



**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL PLOMO (Pb) METAL  
PESADO PRESENTE EN LA OSTRA DE PIEDRA STRIOSTREA PRISMÁTICA Y  
ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA DE LAS ZONAS MAREALES DE AYANGUE  
Y LAS PRIMERAS PIEDRAS DE SAN PEDRO  
DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**  
Previo a la Obtención del Título de:  
**BIÓLOGA**

**AUTORES:**

**RENATA ALEXANDRA LÓPEZ ALVARADO  
MARÍA JOSÉ VÁSQUEZ MANZO**

**TUTORA:**

**QUIM. FARM. MERY RAMÍREZ MUÑOZ, MGT.**

**LA LIBERTAD - ECUADOR**

**AÑO:**

**2021 – 2022**

**UNIVERSIDAD ESTATAL  
PENÍNSULA DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR  
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DEL PLOMO (Pb) METAL  
PESADO PRESENTE EN LA OSTRA DE PIEDRA STRIOSTREA PRISMÁTICA Y  
ANÁLISIS DE CALIDAD DEL AGUA DE LAS ZONAS MAREALES DE  
AYANGUE Y LAS PRIMERAS PIEDRAS DE SAN PEDRO  
DE LA PROVINCIA DE SANTA ELENA.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previo a la Obtención del Título de:

**BIÓLOGA**

AUTORES:

**RENATA ALEXANDRA LÓPEZ ALVARADO**

**MARÍA JOSÉ VÁSQUEZ MANZO**

TUTORA:

**Q.F. Mery Ramírez Muñoz, Mgt.**

LA LIBERTAD - ECUADOR

2021 – 2022

## **DEDICATORIA**

Llena de orgullo, alegría y satisfacción dedico este trabajo de investigación a mis seres queridos a quienes me estuvieron apoyando desde el minuto cero, a quienes creyeron en mi capacidad para lograr y superar obstáculos que la vida misma me puso en el camino, a mi familia sobre todo a mi madre Sara Pilar Manzo Mármol y a mi padre Wilmer José Vásquez Granda quienes a su propia manera supieron hacerse presentes en cualquier adversidad que surgía, me dieron ese apoyo necesario para nunca rendirme, a mis abuelos Pilar Mármol, Franklin Manzo , Luzmila Granda y José Vásquez que me brindaron su amor incondicional, sus ganas, fueron no motivación más grande, sé que mi abuelo desde el cielo estaría orgulloso de ver a su nieta graduarse, a mi hermano Juan José Guerrero porque sé que me convertí en ejemplo para él de dedicación, sin dejar atrás a mis primos , tíos , por ser parte de mi vida y por permitirme ser parte de su orgullo, por ultimo pero no menos importante a mi padrastro quien ha desempeñado el papel de padre en ocasiones , ha sabido guiarme en momentos difíciles , y es grato contar con su apoyo siempre me ha enseñado que nada en esta vida que valga la pena será fácil , alegrarse de los logros de otros es su mayor virtud, en fin siempre tuve ángeles quienes me ayudaron en este proceso académico y puedo decir que me lo dedico a mí misma , por no rendirme fácilmente , por siempre querer mirar hacia adelante, cumplir mis metas y llegar a ser una profesional.

**María José Vásquez**

## **DEDICATORIA**

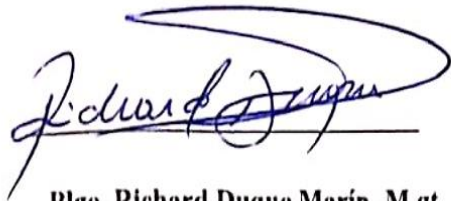
Dedico esta tesis con todo mi amor a mi abuelita Teresa por apoyarme y darme fuerzas para seguir adelante, a mi mamá Alexandra, abuelo Sergio, Tía Mariela y Maíssa por motivarme y ayudarme con todos sus esfuerzos y sacrificios. A Enrique por acompañarme en todo momento y alentarme a no rendirme. Y a todos quienes fueron mi pilar fundamental para seguir adelante y culminar este arduo trabajo.

**Renata López Alvarado**

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar damos gracias a Dios por permitirnos terminar esta etapa universitaria la cual fue de gran enriquecimiento académico, a la universidad UPSE por habernos acogido todos estos años y habernos preparado para ser profesionales de nuestro país, a nuestros docentes quienes fueron un gran ejemplo de sabiduría, que nos brindaron todos sus conocimientos no solo académicos sino para formarnos como seres humanos de bien con valores y principios, por supuesto a nuestra tutora Mery Ramírez quien nos supo guiar para poder realizar un trabajo digno de estudiantes a punto de convertirse en biólogas, nos dio las pautas y consejos para que podamos culminar nuestro trabajo de investigación con éxito, a nuestros compañeros que nos enseñaron lo que es trabajar en grupo, el ser líder o el ser simplemente solidario en algún momento, y sobre todo a nuestra familia que nos demostraron que con esfuerzo y dedicación uno siempre llegara al éxito y podrá cumplir cualquier meta.

## TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Blgo. Richard Duque Marín, M.gt.

**DECANO**

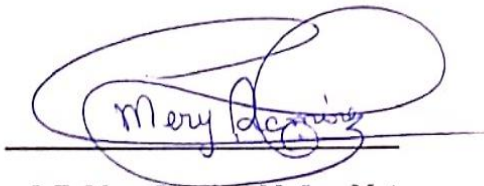
**FACULTAD CIENCIAS DEL MAR**



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

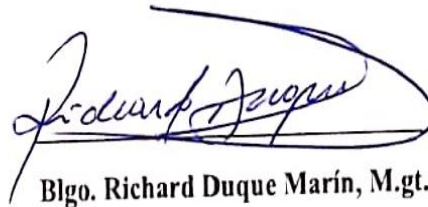
**DIRECTOR**

**CARRERA DE BIOLOGÍA**



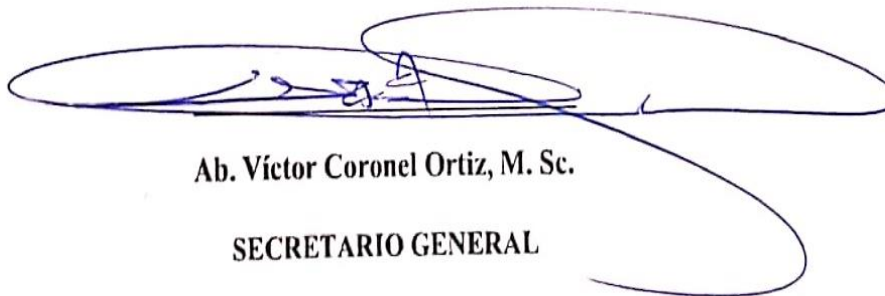
Q.F. Mery Ramirez Muñoz, Mgt.

**DOCENTE TUTORA**



Blgo. Richard Duque Marín, M.gt.

**DOCENTE DE AREA**

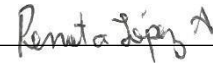


Ab. Víctor Coronel Ortiz, M. Sc.

**SECRETARIO GENERAL**

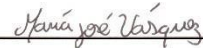
## DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por hechos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de titulación corresponden exclusivamente a los autores; y el patrimonio intelectual de la misma, a la Universal Estatal Península de Santa Elena.



Renata Alexandra López Alvarado

C.I. 092429976



María José Vásquez

C.I. 0923565608

# INDICE

1. RESUMEN.....	1
2. SUMMARY .....	2
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. JUSTIFICACIÓN .....	7
4. OBJETIVO GENERAL.....	9
5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
7. MARCO TEORICO.....	10
7.1 STRIOSTREA PRISMÁTICA.....	10
BANCOS.....	10
7.2 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	10
7.3 CONTAMINACIÓN MARINA .....	11
7.4 METALES PESADOS .....	11
7.5 CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS.....	13
7.5.1 ORIGEN, TOXICIDAD Y BIOACUMULACIÓN .....	13
7.6 CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS Y EFECTOS EN LA SALUD .....	16
7.7 TOXICIDAD .....	16
7.8 CONTAMINACION POR METALES PESADOS Y EFECTOS EN EL MEDIOAMBIENTE.....	17
7.9 MOLUSCOS COMO BIOINDICADORES .....	17
7.10 BIOACUMLACIÓN Y POR QUÉ SELECCIONAR BIVALVOS.....	18
7.11 TAXONOMIA DE OSTRA DE PIEDRA ( <i>STRIOSTREA PRISMÁTICA</i> ) .....	20
7.11.1 HÁBITAT .....	21
7.12 MÉTODO DE ANÁLISIS DE LOS METALES .....	21
7.12.1 ESPECTOFOTOMETRÍA .....	21
7.12.2 ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA HORNO DEGRAFITO (GFAAS) .....	22



<b>7.13</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS DE LOS METALES .....</b>	<b>23</b>
7.13.1	BLANCOS .....	23
7.13.2	INCERTIDUMBRE .....	23
7.13.3	LÁMPARAS DE CÁTODO HUECO.....	23
<b>7.14</b>	<b>ETAPAS.....</b>	<b>25</b>
7.14.1	SECADO.....	25
7.14.2	CARBONIZACION .....	25
7.14.3	ATOMIZACIÓN .....	26
7.14.4	LIMPIEZA DEL TUBO .....	26
<b>7.15</b>	<b>ENFRIAMIENTO DEL SISTEMA.....</b>	<b>27</b>
7.15.1	LECTURA DE LA SEÑAL .....	27
7.15.2	CALIDAD DEL AGUA .....	27
<b>7.16</b>	<b>LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SUS FUENTES DECONTAMINACIÓN .....</b>	<b>28</b>
<b>7.17</b>	<b>LA CONTAMINACIÓN PUEDE SER NATURAL O ANTROPOGÉNICA .....</b>	<b>28</b>
<b>7.18</b>	<b>SITUACIÓN GENERAL Y ASPECTOS NORMATIVOS.....</b>	<b>29</b>
<b>7.19</b>	<b>MICROORGANISMOS INDICADORES DE HIGIENE.....</b>	<b>31</b>
<b>7.20</b>	<b>BACTERIAS COLIFORMES.....</b>	<b>31</b>
7.20.1	COLIFORMES FECALES .....	32
7.20.2	ESCHERICHIA COLI (EC) .....	33
7.20.3	ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR <i>ESCHERICHIA COLI</i> .....	33
<b>8.</b>	<b>MARCO METODOLOGICO .....</b>	<b>35</b>
<b>8.1</b>	<b>ÁREA DE ESTUDIO .....</b>	<b>35</b>
<b>8.2</b>	<b>MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
8.2.1	POBLACIÓN DE UNIDADES .....	36
8.2.2	ANÁLISIS DE LOS DATOS .....	36
8.2.3	EQUIPOS.....	36
8.2.4	REACTIVOS .....	37
8.2.5	MATERIALES.....	37

**8.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS (FASE DE CAMPO)**

**37**

- 8.3.1 PARÁMETROS DE MEDICIONES EN CAMPO DEL AGUA:..... 37
- 8.3.2 MUESTREO ..... 37
- 8.3.3 ANALISIS DE AGUA ..... 37
- 8.4 ANALISIS DE OSTRA DE PIEDRA *STRIOSTREA PRISMATICA*..... 40**
  - 8.4.1 ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA ..... 40
  - RECOLECCIÓN, TAMAÑO Y NÚMERO DE ESPECÍMENES ..... 40
  - 8.2.3 TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA PREVIO ALANÁLISIS METÁLICO ..... 40
  - 8.2.4 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS ..... 41
  - 8.2.5 DIGESTIÓN..... 41
  - 8.2.6 PROGRAMA DE DIGESTIÓN EN EL MICROONDAS..... 41
  - 8.2.7 DETERMINACIÓN DEL METAL ..... 41
- 8.5 NORMATIVA EUROPEA ..... 43**
- 8.6 MARCO LEGAL ..... 43**
- 9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:..... 45**
- 10. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 58**
  - 10.1 DISCUSIÓN..... 58**
  - 10.2 CONCLUSIÓN..... 60**
- 11. BIBLIOGRAFÍA ..... 61**
- 12. ANEXOS ..... 67**

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Anatomía del tejido blando de la ostra de piedra.....	20
Figura 2 Espectrofotómetro de absorción atómica de horno grafito marca Agilent series AA 280z.....	22
Figura 3 Ubicación del área de estudio en la playa rosada.....	35
Figura 4 Ubicación del área de estudio en Ayangue.....	35
Figura 5 Ubicación del área de estudio en San Pedro.....	36

## INDICE DE ANEXO

Anexo 1 PRIMERA SALIDA 07/06/22.....	69
Anexo 2 SEGUNDA SALIDA 20/06/22.....	70
Anexo 3 TERCERA SALIDA 06 /07/22.....	70
Anexo 4 CUARTA SALIDA 20/07/2022.....	71
Anexo 5 Tabla de resultados de Plomo (Pb) en ostras.....	77
Anexo 6 Tabla de análisis químico - microbiológico del agua.....	78

## INDICE DE TABLA

Tabla 1 Taxonomía <i>Striostrea prismática</i> .....	20
Tabla 2 Parámetros y métodos de análisis de agua.....	39
Tabla 3 Proceso de digestión.....	41
Tabla 4 Normativa europea.....	43

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1 Concentración de Pb en las diferentes localidades. ....	44
Gráfica 2 Concentración de plomo en organismos de Playa Rosada.....	45
Gráfica 3 Concentración de plomo en organismos de San Pedro.....	46
Gráfica 4 Concentración de plomo en organismos de Ayangue.....	47
Gráfica 5 Promedio de parámetros en Playa Rosada. ....	48
Gráfica 6 Promedio de parámetros en San Pedro.....	49
Gráfica 7 Promedio de parámetros en Ayangue.....	50
Gráfica 8 Coliformes fecales presente en el agua de las diferentes localidades. ....	51
Gráfica 9 Alcalinidad del agua en las diferentes localidades. ....	52
Gráfica 10 pH del agua en las diferentes estaciones. ....	53
Gráfica 11 Temperatura del agua en las diferentes localidades. ....	53
Gráfica 12 Calidad de agua en Playa Rosada.....	54
Gráfica 13 Calidad de agua en San Pedro.....	54
Gráfica 14 Calidad de agua en Ayangue.....	55
Gráfica 15 Concentración de metal pesado en todos los organismos.....	56
Gráfica 16 Correlación entre el tamaño y concentración de Pb en las tres localidades. ....	57
Gráfica 17 Correlación entre el tamaño y concentración de Pb en Playa Rosada.....	58
Gráfica 18 Correlación entre el tamaño y concentración de Pb en San Pedro.....	59
Gráfica 19 Correlación entre el tamaño y concentración de Pb en Ayangue.....	60

## **GLOSARIO**

**Ambiente:** Es el entorno que rodea a un cuerpo o circula a su alrededor.

**Alcalinidad:** La alcalinidad es una medida de una propiedad agregada del agua, tiene la capacidad de neutralizar ácidos.

**Antropogénica:** Acciones que producen de los seres humanos que, en particular, tiene efectos sobre la naturaleza.

**Atomización:** Fragmentación o dispersión de una cosa en partes muy pequeñas.

**Bacteria:** Es un organismo unicelular procarionte, que se encuentran en casi todas las partes de la Tierra. Algunas especies logran vivir en condiciones realmente extremas de temperatura y presión, son fundamentales para los ecosistemas del planeta.

**Bioacumulación:** Es el proceso de acumulación de sustancias químicas en organismos vivos de forma que estos alcanzan concentraciones más elevadas que las concentraciones en su medio o en los alimentos.

**Bioseguridad:** Medidas para prevenir la propagación de una enfermedad. Las medidas de bioseguridad son implementadas para minimizar los riesgos del ingreso de enfermedades a las unidades de producción individual (bio exclusión), así como para evitar los riesgos de transmisión hacia afuera (bio contención) y hacia adelante a través de la cadena del mercado.

**Bivalvo:** Es un molusco pelecípodo tiene el cuerpo protegido por una concha de dos valvas unidas por una charnela.

**Calidad de agua:** Se refiere a las condiciones en la que encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.

**Concentración:** Una disolución es la proporción o relación que hay entre la cantidad de soluto y la cantidad de disolución o, a veces, de disolvente.

**Contaminación:** La acción y el efecto de introducir materias, o formas de energía, o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica.

**Contaminación cruzada:** Presencia de entidades físicas, químicas o biológicas indeseables procedentes de otros procesos de producción.

**Escorrentías:** Se llama escorrentía o escurrimiento a la corriente de agua que se vierte al rebasar su depósito o cauce naturales o artificiales.

**Especies nativas:** Son aquellas originarias de la zona en que habitan, especie indígena o autóctona.

**Espectrofotometría:** La Espectrofotometría es una de las técnicas experimentales más utilizadas para la detección específica de moléculas. Se caracteriza por su precisión, sensibilidad y su aplicabilidad a moléculas de distinta naturaleza (contaminantes, biomoléculas, etc.) y estado de agregación (sólido, líquido, gas).

**Filtradores:** Los animales filtradores reciben este nombre por su característica forma de alimentarse. La alimentación por filtración suele realizarse en los medios acuáticos y consiste en capturar el alimento.

**Ingerir:** Hacer llegar un alimento, una bebida u otra cosa al aparato digestivo a través de la boca.

**Intoxicación:** es una enfermedad provocada por comer alimentos contaminados. Las causas más frecuentes de intoxicación alimentaria son los organismos infecciosos entre ellos, bacterias, virus y parásitos o sus toxinas.

## **ABREVIATURAS**

Longitud- Centímetros: cm

Longitud -Milímetros: mm

Masa -Kilogramos: kg

Masa- Gramos: g

Masa -Miligramos: mg

Volumen -Litro: L

Temperatura -Grados centígrados: °C

Tiempo- Minutos: min

Tiempo -Segundos: s

Espectrofotometría de Absorción Atómica AA (español) o AAS (Ingles)

Plomo: Pb

Coliformes fecales: CF

SNC: Sistema Nervioso Central

## 1. RESUMEN

La contaminación por metales pesados en la comuna Ayangue, especialmente en los medios acuáticos va en aumento, debido al crecimiento de la población, la sobreexplotación de los recursos, el uso de fertilizantes, pesticidas y descargas de aguas servidas, actividades que pueden constituir fuente de metales pesados como el plomo (Pb).

El plomo es caracterizado por ocasionar efectos tóxicos sobre el tracto gastrointestinal, el sistema renal y el SNC y periférico, es por ello que, el objetivo a largo plazo de las autoridades sanitarias es el de continuar reduciendo los contenidos medios de plomo en los productos alimenticios con el fin de que las ingestas medias dietéticas de Pb de las poblaciones cumplan con la PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) de 25  $\mu\text{g Pb/Kg/semana}$  establecida por el comité Mixto FAO/OMS. (C. Rubio, s.f.). En la presente investigación con el objetivo de cuantificar la concentración del Pb se utilizan organismos biofiltradores como las ostras *Striostrea prismática* ubicados en la zona Ayangue y circundantes declarados en 3 estaciones: Estación N°1: Playa Rosada, Estación N°2: Ayangue y Estación N°3: San Pedro. Se trataron los tejidos de los organismos por métodos de digestión ácida y se evaluó la concentración de plomo (Pb) mediante la utilización de espectrofotometría de absorción atómica por horno de grafito en las que se obtuvieron las concentraciones de plomo (Pb) teniendo diferencias no significativas entre los diferentes bancos presentes en el tejido de esta especie biofiltradora, determinando según las normativas de acuerdo a la zona en donde habitan son aptas para el consumo humano, no solo se evaluó el plomo (Pb) sino también realizó análisis microbiológicos de coliformes fecales y alcalinidad de este medio marino.

Los valores de Pb en agua fueron de  $< 0,005 \text{ mg/Kg}$  y en ostras con valores hasta  $0,08 \text{ mg/Kg}$  no superan a los valores permitidos por las normas internacionales y nacionales, según el código alimentarius no excede los límites máximos permisibles de Pb para el consumo humano,

**Palabras clave:** Plomo, toxicidad, medio marino, bancos, espectrofotometría.



## 2. SUMMARY

Heavy metal contamination in water in Ayangue, a small fishing coastal town, is increasing due to the growth of the population, overexploitation of resources, fertilizers and pesticides use; and sewage discharge.

Heavy metals such as lead can produce toxic effects on the gastrointestinal tract, renal system, the central nervous system (CNS) and peripheral nervous system. Therefore, the long-term objective of the sanitary authorities is to keep reducing lead levels in foods in order to make the average dietary intake of Pb reaches the PTWI (Provisional Tolerable Weekly Intake) values of 25  $\mu\text{g Pb/Kg/week}$  established by the Joint FAO/WHO. (C. Rubio, s.f.).

Consequently, this research main aim is to quantify Pb concentration used by biofilter organism such as oysters (*Striostrea prismática*) located in 3 areas. Station1: Playa Rosada (Pink beach), Station 2: Ayangue and Station 3: San Pedro. Tissues were treated with acid digestion and Pb concentration was determined by graphite furnace atomic absorption spectrophotometry. As a result, there are no significant differences of Pb concentration among the sample banks of this biofilter specie. And it was determined that according to the area regulations they are fit for human consumption. Also, fecal coliform tests were run and alkalinity was measured in this marine environment.

The Pb values in water were  $<0.005 \text{ mg/Kg}$  and in oysters with values up to  $0.08 \text{ mg/Kg}$  they do not exceed the values allowed by international and national standards, according to the codex alimentarius it does not exceed the maximum permissible limits of Pb for human consumption.

**Key words:** lead, toxicity, marine environments, banks, spectrophotometry.

## 2. INTRODUCCIÓN

Existe un intercambio de materiales entre el medio acuático y el medio terrestre en las costas, una de las vías de transporte son los ríos, debido a que se vierte cualquier clase de material en su cuenca, lo que aporta una gran cantidad de contaminantes, sobre todo metales pesados. Una vez que estos materiales entran en contacto con el medio marino, no pueden ser degradados o su degradación puede ser lenta, lo que origina una acumulación severa tanto en los sedimentos como en los organismos, lo cual afecta directamente a las especies acuáticas dando como resultado la disminución, desaparición e incluso procesos de bioacumulación (Guillén, 1982; Mogollón y Bifano, 1985; Zhang, 1992).

En relevancia a lo que indica Ahumada (1994) que los cambios que se manifiesten en depósitos insolubles marinos (sedimentos) y estuarinos estarían relacionados con los cambios geoquímicos que ocurren en la columna de agua, siendo importante situar la información de un área determinada en el transcurso del tiempo, actuando los sedimentos como sumideros donde se concentran la mayor cantidad de metales pesados, razón por la cual los organismos acuáticos, especialmente las especies filtradoras como es el caso de las ostras, junto a otros organismos marinos como los planctónicos, organismos de la meiofauna al ser influenciados por las corrientes marinas con éstas a la disolución de los metales pesados, son expuestos a ingerir partículas contaminantes.

Cabe mencionar también que, cada sistema acuático consta de características en particular que, pueden afectar el comportamiento de los metales pesados e ingresar de manera sencilla al sistema acuático influenciado por variables como la temperatura, escorrentías, textura del sedimento y transporte por la acción de las corrientes (Cabrera Idrovo, 2017).

En la actualidad existen varios estudios acerca de la concentración de metales pesados en ecosistemas acuáticos lo cual afecta sobre todo a la biota acuática ya que son persistentes. La peligrosidad de estos elementos consiste en su toxicidad en concentraciones menores y que tienden a ser acumulados en la cadena trófica, iniciando desde el fitoplancton que los integra a la cadena alimenticia. Estos también producen biomagnificación en los niveles superiores de la cadena y debido a que, los organismos forman parte de la dieta humana, generando un riesgo para su salud pública, limitando el uso y la explotación de los recursos naturales (Sadiq, 1992).

Entre los metales más perjudiciales para la vida marina está el plomo (Pb) el plomo entra principalmente en el mar a través de la atmosfera por la combustión de carburantes que llevan plomo tetraetilo como antidetonante, se acumula en los organismos si bien no está claro el que esta acumulación sea progresiva a lo largo de la cadena trófica y es eliminado muy lentamente de organismo. A nivel mundial se aprecia un notable incremento de este metal en el medio ambiente (la concentración en los hielos de Groelandia se ha multiplicado por 500 desde hace 2000 años) y preocupa el aumento en la concentración en aguas superficiales que es 100 veces mayor que el que se observa en las aguas profundas. (Ibáñez, s.f.)

Existen grupos de organismos que se han utilizado como bioindicadores para estimar los efectos y el grado de concentración de los metales pesados en los ecosistemas marinos, uno de estos son los moluscos bivalvos, ya que tienden a tolerar, acumular y depurar altas concentraciones de contaminantes (Acosta & Lodeiros, 2003), en concordancia con Phillips y Rainbow 1997 los que indican que las especies de la familia Ostreidae cumplen con características como el sedentarismo, la abundancia, sensibles en la identificación, facilitando el muestreo el anual.

La familia Ostreidae incluye un número de especies altamente productivas e importantes, distribuidas en diversas regiones del mundo, favoreciendo al hombre como alimento y ocupa también un lugar importante en la geología para estudios de zonación, estratigráficos, interpretaciones paleoecológicas (65.0 a 54.8 millones de años atrás) y estudios filogenéticos (Castillo y García, 1984).

*Striostrea prismática* es un organismo marino bentónico sésil, tiene una función importante en los ecosistemas ya que, mediante el filtrado del agua, se va alimentado principalmente de microalgas y detritos que están suspendidos en la columna de agua. Además, es un recurso de importancia económica y alimenticia, representa una alternativa como fuente de ingresos (Gonzabay Rodríguez, 2014).

En moluscos bivalvos los efectos producidos por el plomo intervienen en el crecimiento, en la actividad enzimática y en el comportamiento (Salánki y Hiripi, 1990; Kraak et al., 1994a; Naimo, 1995),

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La contaminación por metales pesados en la comuna Ayangue, especialmente en los medios acuáticos va en aumento, debido al crecimiento de la población, la sobreexplotación de los recursos, el uso de fertilizantes, pesticidas y descargas de aguas servidas.

Estos desechos son tóxicos y afectan a la biodiversidad de especies, reduciendo su tamaño y disminuyendo su tasa de reproducción. Se ha demostrado además que causan problemas ambientales graves como la degradación del medio e incluso puede dañar al hombre.

Los metales pesados tienden a ser más peligrosos es por esto que pueden perdurar en el medio durante siglos, por tal razón la concentración en los seres que los consumen, ya sea fauna, animales que contienen este tipo de contaminante puede provocar lesiones graves en el organismo.

La contaminación por metales pesados es un tema de preocupación en el área de salud, debido a que se pueden acumular. La exposición a estos elementos está relacionada con problemas de salud como retrasos en el desarrollo, varios tipos de cáncer, daños en el riñón, e, incluso, con casos de muerte.

### 3. JUSTIFICACIÓN

A nivel mundial, las zonas costeras han tenido un aumento significativo de contaminación, con impactos directos por actividades antropogénicas, en especial en regiones vulnerables. Por otra parte, la acumulación de contaminantes en los sistemas costeros ha degradado la calidad del ambiente y agotado la capacidad de autorregularse del medio ambiente. La autorregulación de un ecosistema consiste en un conjunto de mecanismos que mantienen al ecosistema estable en un equilibrio dinámico. Si se rompe el equilibrio, el ecosistema se destruye.

Cabe mencionar que es importante evaluar y conocer los niveles de concentración de metales pesados que por lo general son descargadas a través de aguas industriales y residuales provocando contaminación, por esto es necesario un análisis de calidad de agua del medio tomando en cuenta parámetros como alcalinidad, pH y temperatura estos son de vital importancia ejemplo de este la temperatura afecta la cantidad de oxígeno que puede transportar el agua.

El agua a menor temperatura transporta más oxígeno y todos los animales acuáticos necesitan este para sobrevivir. Así mismo con el pH si este disminuye sería un riesgo para todos los ecosistemas, los organismos que se calcifican necesitaran más energía para generar el calcio de la cual está formada su concha. La alcalinidad por su parte juega un papel importante ya que logra el óptimo crecimiento y supervivencia de estos organismos marinos.

Un punto fundamental a considerar para mejorar la calidad de vida de los organismos y del hombre, es la ejecución de programas de tratamiento de aguas servidas, sin embargo, es primordial realizar un estudio previo de niveles de concentración de metales pesados como el plomo (Pb) planteado en el presente proyecto.

El presente trabajo, pretende exponer los resultados de las concentraciones del metal plomo presente en *Striostrea prismática* realizado en las instalaciones de los Laboratorios de la

Subsecretaría de Calidad e Inocuidad (SCI) y la evaluación de la calidad de agua en las áreas circundante a la toma de muestra de los organismos en investigación, la que se realizó en el Laboratorio LABCESTTA, resultados que permitirán a las autoridades realizar la toma de decisiones sobre el problema de contaminación buscando estrategias preventivas para la conservación sustentabilidad del recurso marino natural.

## OBJETIVOS

### 4. OBJETIVO GENERAL

- Determinar los valores de concentración de plomo (Pb) en la ostra de piedra por medio de espectrofotometría, en la comuna de Ayangue con la finalidad de proporcionar información actualizada sobre el metal pesado.

### 5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la concentración del plomo (Pb) presente en el tejido de ostras nativa a través de espectrofotometría para conocer los niveles de contaminación en la comuna de Ayangue – Santa Elena.
- Realizar un análisis de calidad del agua en el área de estudio mediante parámetros físico-químicos más relevantes.
- Correlacionar la concentración del Pb en los diferentes bancos de ostras *Striostrea prismática* en la presente investigación.
- Comparar el tamaño del bivalvo y el grado de concentración del Plomo y la relación existente en el crecimiento del organismo.

### 6. HIPOTESIS

**H<sub>a</sub>:** Existen concentraciones altas de Plomo que podrían estar siendo bioacumulados por la Ostra de piedra (*Striostrea prismática*) en la Provincia de Santa Elena.

**H<sub>0</sub>:** Existen concentraciones bajas de Plomo que podrían estar siendo bioacumulados por la Ostra de piedra (*Striostrea prismática*) en la Provincia de Santa Elena.



## **CAPÍTULO II**

### **7. MARCO TEORICO**

#### ***7.1 STRIOSTREA PRISMÁTICA***

##### **BANCOS**

La ostra necesita para llevar a cabo su ciclo biológico de sustratos solidos que les permitan fijarse para crecer, desarrollarse y reproducirse. Los bancos naturales en los últimos años han sufrido deterioro, por fenómenos naturales o por la presión a la cual son sujetos por extracción del recurso. La capacidad de la naturaleza para reponer los daños en estos ecosistemas es muy lenta y estos ecosistemas son importantes para la supervivencia de especies marinas, pues proveen condiciones de refugio y alimento para los organismos en la etapa juvenil. En vista de la explotación de las ostras en los bancos naturales, se desarrolló la investigación de este recurso para realizar una estimación en toda la zona de explotación y establecer las bases para un futuro plan de manejo del recurso. (Ramírez, 2007)

#### **7.2 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

Shugart en 1994 determinó que una de las principales fuentes de contaminación son las industrias, y las actividades realizadas por el hombre las que son benéficas monetariamente, sin embargo repercuten negativamente con las descargas de desechos que al pasar los años ingresan al ambiente y producen contaminantes, que junto con el aumento de la población mundial representa una amenaza del ingreso del material contaminante en el ecosistema, produciendo una limitante en el uso y explotación de recursos. Como se mencionaba previamente son contaminantes que no son biodegradables por los que permanecerán en el ecosistema por mucho tiempo.

### **7.3 CONTAMINACIÓN MARINA**

Alrededor del 70% al 75% de la contaminación marina global es producto de las actividades humanas que tienen lugar en la superficie terrestre (Escobar, 2002). La contaminación del medio marino es un problema ambiental creciente que genera preocupación pública, tanto por sus efectos ecológicos como por sus implicaciones en la salud de consumidores de recursos pesqueros. Esta última situación se agrava dado que muchas de las zonas costeras donde se localizan potenciales fuentes de contaminación coinciden con áreas de extracción de recursos pesqueros de consumo humano.

Como consecuencia, muchos ecosistemas frágiles algunos únicos en el mundo, tales como bosques de manglar, arrecifes coralinos, lagunas costeras y otros lugares de interface entre la tierra y el mar, han sido perturbados más allá de su capacidad de resiliencia, es decir la capacidad de soportar (absorber) presiones externas y volver, con el correr del tiempo, a su situación antes de la perturbación (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010).

Una perturbación es un suceso discreto en el tiempo que altera la estructura de los ecosistemas, de las comunidades o de las poblaciones y cambia los recursos, la disponibilidad de hábitat apto y/o el medio físico (White, 1985). De la Lanza 2009 en Orante, 2010, acota que el resultado de los cambios provocados por diversas actividades antropogénicas, tiene como consecuencia que la calidad del agua que sostiene una gran variedad de organismos se haya visto alterada en diversos grados.

### **7.4 METALES PESADOS**

Son importantes las investigaciones en el medio marino que abarcan el daño que realizan las industrias causando contaminación por sus desechos químicos emitidos en el proceso industrial, causando daño en los organismos y fauna marina, considerados como un riesgo intolerable para la salud humana y al entorno (Chiang, 1988; Waldichuk, 1974; Ahumada, 1994).

En el medio marino podemos encontrar varios tipos de contaminantes lo más tóxicos (perjudiciales) encontramos los metales pesados; su carga química es potencialmente mayor al ser comparada con el agua, estos se encuentran en los grupos III, IV, V Y VI de la tabla periódica estos y más se encuentran de forma natural en la tierra con diferente poder de ionización. (Pnuma, 1980). Existiendo metales que se encuentran en menores concentraciones como los metales trazas que son importantes requerimientos nutricionales en ciertos organismos (Nelson, 1996; Rozas, 2001).

## **7.5 CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS**

### **7.5.1 ORIGEN, TOXICIDAD Y BIOACUMULACIÓN**

Los metales pesados ingresan a los ecosistemas marinos mediante procesos naturales y antropogénicos, en dependencia de su origen y de procesos naturales que influyen en la composición de los materiales originales. (Adriano D, 1986). En el plano antropogénico la incidencia de las actividades del hombre se asienta en la eliminación de residuos de origen doméstico.

Vía atmosférica, terrestre, y vía directa son las principales entradas al ecosistema marino de metales.

**Vía atmosférica:** Sedimentación de partículas producidas a la atmósfera por actividades del hombre o naturales.

**Terrestre:** Sedimentos, terrenos contaminados por vertidos como minas, lixiviación de residuos, entre otros.

**Directa:** Las principales causas están relacionadas directamente por las industrias, filtraciones directas de aguas residuales.

Es de considerar la existencia de metales que se encuentran en menor proporción en los organismos marinos sin causar daño en el mismo, siendo esenciales en el desarrollo y supervivencia del mismo como el Cromo, Molibdeno, Manganeso, Hierro, Cobalto, Níquel, Cobre, Zinc, y en altas concentraciones puede causar toxicidad en la fisiología de los organismos marinos pudiendo ser letales como el tributilestaño (TBT), que a pesar de tener beneficios en las pinturas antiincrustantes ha sido tóxico para el crecimiento de percebes y otros organismos en bajas concentraciones (0,06-2,3  $\mu\text{g l}$ ) (Fernández A, 2005). Es importante reconocer que este tipo de contaminante (metales pesados) en mínimas cantidades puede ser positivo y de gran ayuda al desarrollo de la especie, como es el Ca, K, Mg, al igual que los de mayor efecto perjudicial es el Mercurio (Hg), Cromo (Cr), Cadmio (Cd) y Plomo (Pb).

La acumulación de metales pesados puede producir una reducción en especies como son los moluscos, produciendo daño en la concha de almejas, y cambio en los rasgos sexuales de caracoles (Newman, 2003), siendo importante recalcar que la toxicidad de los metales pesados está relacionado con factores abióticos y bióticos. Entre los abióticos se encuentra el pH que nos permite el reconocimiento, la cuantificación y la movilidad de metales pesados (Wood J, 1989), desarrolla interacción con parámetros físico-químicos como la dureza del agua y compuestos (Rovira J, 1993). La toxicidad de estos metales se da por la formación de compuestos insolubles por presencia de cationes y aniones (Tebbutt T, 1999), esto sucede cuando se mezclan cuerpos de agua de distintos orígenes un ejemplo los desechos de las industrias y los vertidos domésticos naturales (Catalán L, 1981).

La temperatura influye sobre la solubilidad de los metales y al igual que el contenido de oxígeno disuelto afecta de forma decisiva a la distribución como al estado fisiológico de la biota del sistema acuático del que va a depender la respuesta frente al tóxico (Rosas H, 2001). Como regla general, las altas temperaturas y la baja salinidad actúan de forma sinérgica con los metales para aumentar la toxicidad (McLusky et. al., 1986). La alta toxicidad de metales como Cd, Cr, Pb, Hg, Ni, y Zn a bajas salinidades es atribuida normalmente a una acumulación más rápida de estos metales siendo de mayor importancia en los estuarios.

Así mismo tenemos los factores propios del metal, es decir la toxicidad la cual depende de la propia naturaleza del metal, su biodisponibilidad en el ambiente y el estado molecular que presente el metal el mismo que al estar sometido a diferentes condiciones ambientales puede mostrar diversas configuraciones moleculares o químicas, las mismas que pueden suponer distintos grados de bioasimilación o toxicidad (Stumm W. y J. Morgan, 1981).

Los factores bióticos están determinados por el grado de bioasimilación, mecanismos de defensa de los organismos frente a los metales y por la acción que la propia biota pueda ejercer sobre su especiación química, es así que debido a la acción de los organismos bentónicos detritívoros pueden aparecer en el medio especies metálicas más o menos móviles, tóxicas y bioasimilables para la biota de niveles tróficos superiores (Catalán L, 1981; Stumm W. y J. Morgan, 1981). La bioacumulación consiste en la capacidad de los organismos de acumular selectivamente contaminantes en sus tejidos, respecto de las concentraciones existentes en el medio en que habitan (The Royal Society, 1979; International program on Chemical Safety (IPCS), 1998).

## **7.6 CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS Y EFECTOS EN LA SALUD**

Cada metal y cada elemento químico contaminante tienen un mecanismo de acción y un lugar de acumulación preferido. El más conocido es el plomo que afecta varios sistemas, por ejemplo, en el sistema nervioso llega a dañar a las neuronas especialmente las del cerebro.

## **7.7 TOXICIDAD**

El plomo inorgánico está clasificado como probable carcinógeno en humanos (IARC-grupo 2A) y debido a su fácil absorción y distribución por el organismo, llega al cerebro, organi diana, provocando efectos neurotóxicos, así como también al hígado, los riñones y los huesos. El plomo es uno de los cuatro metales que tienen un mayor efecto dañino sobre la salud humana. Este puede entrar en el cuerpo humano a través de la comida (65%), agua (20%) y aire (15%).

Los compuestos orgánicos de plomo son más tóxicos que el plomo inorgánico, aunque actualmente su exposición se centra en entornos laborales de riesgo, donde se absorbe principalmente por vía respiratoria.

El Plomo puede terminarse en el agua y suelos que en contacto con los compuestos originados por la oxidación de las tuberías son asimilados por los organismos acuáticos y terrestres ocasionando el envenenamiento por este metal pesado.

**Toxicidad aguda:** la intoxicación aguda por ingestión de plomo en el ser humano se denomina saturnismo o plumbismo, y los síntomas más comunes son debilidad, dolor articular, acidez, gastritis y anemia. Si la exposición a corto plazo sucede a dosis elevadas, se produce nefrotoxicidad y alteraciones del sistema reproductor y nervioso.

**Toxicidad crónica:** En personas adultas, la capacidad de absorción de plomo oscila entre 4 y 11% y los efectos de su toxicidad crónica incluyen hipertensión, enfermedades renales crónicas y alteraciones cardiovasculares, reproductoras e inmunológicas. (ELIKA, 2021)

## **7.8 CONTAMINACION POR METALES PESADOS Y EFECTOS EN EL MEDIO AMBIENTE**

Son bastantes graves y hablando específicamente, cambia la alcalinidad del suelo, obviamente, depende mucho de la concentración. También contaminan el agua y los cultivos. En estos si es una cantidad excesiva de plomo se pueden producir algunas alteraciones en las plantas, también degrada el suelo, lo cual disminuye su productividad, si la contaminación es excesiva, puede llegar a producir desertificación. A nivel de los ríos y lagos, también afecta principalmente la fauna. El problema de la contaminación del medio ambiente por metales pesados es que su efecto es silencioso, no se ve, y cuando nos damos cuenta del daño que producen, ya es tarde y sobre todo que son peligrosos para la salud. Felizmente se están tomando medidas, aunque ha costado mucho que algunos países industrializados apliquen estas.

## **7.9 MOLUSCOS COMO BIOINDICADORES**

La selección de los moluscos responde a la capacidad de bioacumular gran diversidad de sustancias químicas como metales pesados y compuestos orgánicos (Kimbrough K, 2008) por lo que son utilizados como bioindicadores de un ecosistema particular.

La capacidad de bioindicador de bivalvos ha sido utilizada para evaluar los límites permisibles o no de la concentración de los metales pesados, estimando los riesgos letales para los consumidores o también cuando el consumo se realiza a largo plazo en concentraciones menores, esta capacidad se debe a sus características de ser sedentarios, manejables, adaptables a procesos de experimentación y para el muestreo como lo establece Phillips y Rainbow (1993).

## **7.10 BIOACUMLACIÓN Y POR QUÉ SELECCIONAR BIVALVOS**

Las Naciones Unidas en el 2007 en la “Guía de los Peligros para el Medio Ambiente Acuático” define la bioacumulación como una de las propiedades intrínsecas importantes de las sustancias que determinan el potencial de peligro para el medio ambiente. La OCDE<sup>10</sup> en 1998 citado en la misma guía menciona que en el sistema armonizado de clasificación de los peligros que suponen las sustancias químicas para la salud humana y el medio ambiente figura la expresión “potencial de bioacumulación”. Sin embargo, habría que trazar una distinción entre bioconcentración y bioacumulación.

Para el presente estudio, la bioconcentración se define como el resultado neto de la absorción, transformación y eliminación de una sustancia en un organismo, como consecuencia de una exposición por vía acuática; mientras que la bioacumulación engloba todas las vías de exposición (aire, agua, sedimentos/suelo y alimentos).



Por último, la biomagnificación se define según la Comisión Europea en 1996 como la acumulación y la transferencia de sustancias a través de la cadena alimenticia, produciéndose un aumento de las concentraciones internas en los organismos situados en los niveles más altos de la cadena trófica. Para la mayor parte de los productos químicos orgánicos se piensa que la absorción a partir del agua (bioconcentración) constituye la vía de absorción predominante. La absorción a través de alimentos solo adquiere importancia en las sustancias muy hidrófobas (que repelen el agua). Por lo demás, los criterios de clasificación armonizados utilizan el factor de bioconcentración como medida del potencial de bioacumulación. Por estos motivos, solo se considera a la bioconcentración y no tiene en cuenta la absorción a través de los alimentos o por otras vías (Naciones Unidas, 2007).

La capacidad de bioconcentración o de bioacumulación se mide por medio del factor de bioconcentración (que se conoce en inglés como BCF). Esta es la relación entre la concentración de una sustancia química que ha sido absorbida por el organismo a través de todas las vías y la concentración de la misma sustancia en el agua. Los valores de BCF elevados se bioacumulan en los organismos y podrán biomagnificarse a través de las redes tróficas por lo que su potencia para causar daño biológico es muy elevada (Albert, 1997).

Debido a una de sus propiedades (su baja presión de vapor), los metales pesados se pueden mover a grandes distancias de la fuente de emisión y distribuirse ampliamente por el planeta a través del aire, el agua, el suelo o mediante el transporte pasivo en especies migratorias, acumulándose especialmente en las regiones más frías de la Tierra.

## 7.11 TAXONOMÍA DE OSTRA DE PIEDRA (*Striostrea prismática*)

TAXONOMÍA	<i>STRIOSTREA PRISMÁTICA</i>
<b>Clase:</b>	Bivalvia
<b>Filo:</b>	Mollusca
<b>Familia:</b>	Ostreidae
<b>Orden:</b>	Ostreoida
<b>Género:</b>	Striostrea
<b>Especie:</b>	prismática
<b>Nombre científico:</b>	<i>Striostrea prismática</i>
<b>Nombre común:</b>	Ostra de piedra

Tabla 1 Taxonomía *Striostrea prismática*

**Fuente:** (Fundación Charles Darwin; Gray,1825)

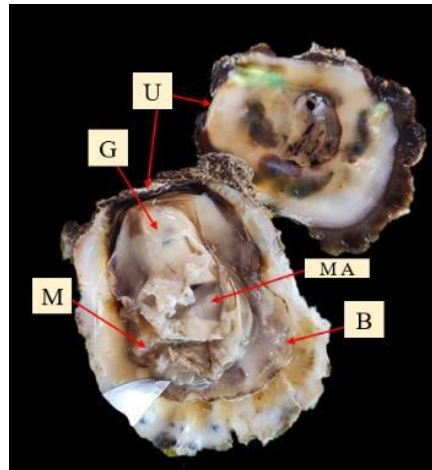


Figura 1 Anatomía del tejido blando de la ostra de piedra *Striostrea prismática*.

**MA:** músculo aductor; **M:** manto; **B:** branquias; **G:** gónada; **U:** umbo.

**Fuente:** (López y Vasquez,2022; (FAO,2006))

### **7.11.1 HÁBITAT**

Se encuentran adheridos a sustratos rocosos expuestos a influencias directas del agua de mar abierto, en zonas rocosas localizadas en la rompiente de las olas. Las profundidades en las cuales se puede encontrar varían desde 0 hasta los 15m y las tallas máximas en las cuales es de 25 cm es común hasta los 15cm (Castillo O & A García, 1984; FAO,1995)

En los ambientes acuáticos, los moluscos, son considerados monitores del cambio causado por la contaminación ambiental, dentro de este grupo, los bivalvos son estimados como los mejores bioindicadores, no sólo por su forma de vida y hábitos tróficos, sino también porque son una fuente importante de alimento, tal es la situación de los ostiones (*Crassostrea virginia*, *C. gigas*, *C. cortesiensis* y *C. iridescens*).

La presencia de metales pesados en el agua puede ser en cierto grado beneficioso, tóxico o hasta a veces molesto. Algunos metales resultan ser esenciales, mientras que otros pueden perjudicar o alterar el funcionamiento de los organismos (Neff 2002). En muchos casos el potencial riesgo o beneficio depende de la concentración en la que estos se encuentran.

## **7.12 MÉTODO DE ANÁLISIS DE LOS METALES**

### **7.12.1 ESPECTOFOTOMETRÍA**

La espectrofotometría es una técnica empleada para la detección de moléculas específicas. Se distingue por su exactitud, delicadeza y su pertinencia a moléculas de diversas naturalezas y el estado de incorporación (contaminantes, biomoléculas, etc.) (sólido, líquido, gas). Los fundamentos físicos- químicos de la espectrofotometría son relativamente sencillos.

### 7.12.2 ESPECTROFOTÓMETRO DE ABSORCIÓN ATÓMICA HORNO DEGRAFITO (GFAAS)

El principio del método se basa en la absorción de luz por parte por un elemento en su estado atómico. La longitud de onda a la que se absorbe la luz es específica de cada elemento. Se mide la atenuación de la intensidad de la luz como resultado de la absorción, siendo la cantidad de radiación absorbida proporcional a la cantidad de átomos del elemento presente.

Consiste en transformar una muestra en estado vapor y medir la radiación electromagnética absorbida por los átomos. Durante la absorción atómica los átomos de un elemento en estado fundamental absorben energía radiante a una determinada longitud de onda. La cantidad absorbida aumenta de acuerdo con la cantidad de átomos del elemento analizado en el camino óptico. Se pueden analizar hasta 70 elementos en cantidades tan pequeñas como 10 -14 g. La atomización se obtiene mediante una flama.



Figura 2 Espectrofotómetro de absorción atómica de horno grafito marca Agilent series AA 280z

Fuente: Google photos

## **7.13 MÉTODO DE ANÁLISIS DE LOS METALES**

### **7.13.1 BLANCOS**

- Su uso permite evaluar cuánta señal de medida es atribuible al analito y a otras causas. Se disponen de varios tipos de blancos:
- Blancos de reactivos: Son los reactivos que se utilizan durante el proceso analítico, como disolventes para extracción o disolución.
- Blancos de muestra: Son muestras matrices sin presencia de analito. Son necesario para tener una estimación más real de las interferencias que pueden aparecer en un análisis de muestras de rutina.

### **7.13.2 INCERTIDUMBRE**

Es el parámetro asociado al resultado, es decir, caracteriza la dispersión de los valores que razonablemente pueden ser atribuidos al mesurando. En este sentido, es importante que, para un método validado o verificado por el laboratorio, se realice la determinación de las diferentes fuentes o componentes de la incertidumbre de la medición presentes ya sea en la muestra como en equipos, materiales y reactivos utilizados en el análisis (Instituto de Salud Pública Chile, 2010). Hoy en día es cada vez más importante que los resultados analíticos vayan acompañados de su incertidumbre. Así lo establece la Norma ISO 17025 la cual establece la necesidad de calcular o estimar las incertidumbres en los resultados de ensayos cuantitativos y calibraciones que se realicen en el laboratorio.

### **7.13.3 LÁMPARAS DE CÁTODO HUECO**

Consiste en un tubo de vidrio que contiene argón o neón a baja presión (1-5 torr) y dos electrodos. El ánodo suele ser tungsteno, y el cátodo, de forma cilíndrica, está construido con el metal que se desea determinar

Cuando se aplica una diferencia de potencial suficiente entre los dos electrodos tiene lugar la ionización del gas y los cationes gaseosos son acelerados hacia el cátodo, adquiriendo la suficiente energía cinética para arrancar algunos átomos metálicos del material catódico. Algunos de estos átomos metálicos son excitados al chocar con los iones gaseosos, y al retornar a su estado fundamental emiten radiación característica.

Al apagar la lámpara, los átomos metálicos vaporizados tienden a depositarse sobre las paredes del cátodo o sobre las paredes de vidrio del tubo, siendo mínima la posibilidad, por el diseño cilíndrico del cátodo. El hecho de que los diferentes elementos tengan que ser determinados de uno en uno hace que la absorción atómica sea una técnica de análisis cuantitativo, siendo altamente efectiva para la identificación de los elementos presentes en una muestra.

## **7.14 ETAPAS**

### **7.14.1 SECADO**

La evaporación del solvente se lleva a cabo con un calentamiento en rampa, en el cual la muestra inyectada se calienta a una velocidad de  $10^{\circ}\text{C/s}$ , hasta  $120^{\circ}\text{C}$ . En este caso, la rampa es una forma de evitar un calentamiento brusco provocando que el solvente se evapore rápidamente y arrastre consigo partículas de analito. Después de la evaporación controlada del solvente se mantiene durante 5 segundos la temperatura a  $120^{\circ}\text{C}$ . Dicha temperatura es superior a la temperatura de ebullición del agua para asegurar que todo el solvente se desprenda de la muestra a atomizar. Comúnmente el solvente de la muestra es agua, pero estas temperaturas de secado pueden variar según el solvente utilizado. Los tiempos de secado, así como la velocidad de la rampa dependen de la complejidad de la matriz donde se encuentra el analito y la selección de estos y otros parámetros dependerán de los resultados y la experiencia que el analista tenga con las muestras analizadas. (Martínez, 2020).

#### **7.14.2 CARBONIZACION**

Una vez seca la muestra, deberán ser eliminados los componentes orgánicos volátiles que ésta pueda contener. También aquí es conveniente emplear una rampa para de esta manera volatilizar en forma paulatina los componentes volátiles. En el ejemplo, una vez que se alcanza la temperatura de 600°C se sostiene ésta durante 10 segundos para asegurar la pérdida de todos los volátiles. Dependiendo de la complejidad de la matriz se puede tener más de un paso de calcinación de la muestra. Esto también será selección del analista de acuerdo a su experiencia en las muestras analizadas.

Tanto en el secado como en la calcinación, está fluyendo en forma interna y externa al tubo de grafito gas inerte, para expulsar del tubo los componentes volátiles que ahí se producen y evitar que causen absorción o dispersión de la radiación en la atomización del analito. (Martínez, 2020).

#### **7.1.1 ATOMIZACIÓN**

Una vez que se han separado el solvente y los volátiles orgánicos se produce la atomización de los componentes residuales de la muestra. En este paso se eleva drásticamente la temperatura utilizando el máximo de potencia del equipo para alcanzar la temperatura de atomización en el menor tiempo posible (en este caso 2200°C). En este paso de atomización se interrumpe momentáneamente el flujo de gas inerte en la parte interior del tubo de grafito, para permitir que los átomos producidos en el calentamiento permanezcan la mayor cantidad de tiempo en el eje óptico por donde atraviesa el haz de radiación de la lámpara de cátodo hueco y de esta manera la señal registrada sea más fuerte e intensa. (Martínez, 2020).

### **7.1.2 LIMPIEZA DEL TUBO**

Después que la muestra se ha atomizado, se abre el gas inerte y se incrementa unos 100°C la temperatura (en este caso hasta 2400°C) y se mantiene durante un corto tiempo (5 segundos en este caso). La finalidad de este último paso es calcinar y volatilizar el residuo de material que pudiese existir de la muestra analizada, esto para evitar que la siguiente muestra que sea inyectada para su análisis se contamine con residuos de la muestra anteriormente procesada. (Martínez, 2020).

## **7.1 ENFRIAMIENTO DEL SISTEMA.**

Después del paso de limpieza, el sistema del horno se enfría por medio de agua que fluye a través del cuerpo que rodea el tubo de grafito y una vez que el horno alcanza la temperatura ambiente se inyecta la siguiente muestra a analizar. (Martínez, 2020).

### **7.1.1 LECTURA DE LA SEÑAL**

La señal generada en un análisis típico de Horno de Grafito es muy rápida y debe ser procesada en tal forma. Los recientes avances en computación y electrónica han permitido que sea posible medir y tener una lectura de: Absorbancia (altura del pico) (Martínez, 2020).



### **7.1.2 CALIDAD DEL AGUA**

Puede definirse la calidad del agua como la composición físico-químico-microbiológica, recordando que el agua pura no existe en la naturaleza, un agua es de calidad, cuando sus características la hacen aceptable para un cierto uso. La calidad del agua se determina por análisis cuantitativos en laboratorio, tales como pH sólidos totales (ts), la conductividad y la contaminación microbiana. La calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua. (VALLE, 2015).

Por lo general, la calidad del agua se determina comparando las características físicas y químicas de una muestra de agua con unas directrices de calidad del agua o estándares. En el caso del agua potable, estas normas se establecen para asegurar un suministro de agua limpia y saludable para el consumo humano y, de este modo, proteger la salud de las personas. Estas normas se basan normalmente en unos niveles de toxicidad científicamente aceptables tanto para los humanos como para los organismos acuáticos (ONU, 2015).

## **7.2 LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA Y SUS FUENTES DE CONTAMINACIÓN**

La contaminación del agua se define como la presencia de sustancias u organismos extraños en un cuerpo de agua en tal cantidad y con tales características que impiden su utilización con propósitos determinados.

### 7.3 LA CONTAMINACIÓN PUEDE SER NATURAL O ANTROPOGÉNICA:

**Contaminación natural:** que se debe a fenómenos naturales como la erosión y las erupciones volcánicas y está relacionada con la composición de suelos, aguas y los componentes de algunos alimentos pero que no es tan grave como la antropogénica.

**Contaminación antropogénica:** que es generada por las actividades que realiza el hombre como son las industriales, mineras, agropecuarias, artesanales y domésticas y es más grave por su naturaleza y la gran variedad de contaminantes que genera.

Por el tipo de contaminante que generan se clasifica en:

**Contaminación biológica:** se presenta cuando un microorganismo (virus, hongo o bacteria) se encuentra en un ambiente que no le corresponde y causa daños a los demás organismos que lo habitan. Con frecuencia es provocada por las deficiencias de los servicios de saneamiento como drenajes y alcantarillado, abastecimiento de agua potable, sistemas de tratamiento de aguas negras o por malos hábitos higiénicos.

Sin embargo, es relativamente fácil de prevenir y controlar, ya que, si se llevan a cabo las medidas de recolección oportuna y adecuada de la basura, su confinamiento en lugares acondicionados para tal fin y campañas de educación para la salud, se podrán prevenir muchas de las enfermedades debidas a esta fuente de contaminación.

**Contaminación física:** es la provocada por agentes físicos como las radiaciones ionizantes, energía nuclear, ruido, presiones extremas, calor y vibraciones. Se presenta tanto en ambientes cerrados como los laborales, como en abiertos donde provocan daños a la población en general.

**Contaminación química:** es provocada por diferentes sustancias de uso industrial y doméstico que se encuentran dispersas en el ambiente. Se considera como la más grave de las tres, pues dichas sustancias suelen encontrarse en los tres estados de la materia (líquido, sólido y gaseoso) y por lo tanto quedar depositadas en el agua, suelo y aire y por esta razón entrar más fácilmente en los organismos vivos. También pueden incorporarse de manera fácil a los ciclos bioquímicos, provocando daños severos en el ambiente (Beguería, 2019).

#### **7.4 SITUACIÓN GENERAL Y ASPECTOS NORMATIVOS**

La calidad de las aguas es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas. La calidad de las aguas puede verse modificada tanto por causas naturales como por factores externos. Cuando los factores externos que degradan la calidad natural del agua son ajenos al ciclo hidrológico, se habla de contaminación.

La prevención, control y resolución de los problemas derivados de la contaminación de las aguas constituye uno de los objetivos que deben plantearse en cualquier política avanzada de gestión de recursos hídricos.

Actualmente, la calidad general de las aguas continentales españolas no es del todo satisfactoria a la luz de la legislación vigente y de las aspiraciones existentes en el seno de la sociedad. La irregularidad en tiempo y espacio de nuestra climatología, descrita en secciones previas, hace que los vertidos, tanto urbanos como industriales, tengan una influencia más negativa sobre la calidad final del recurso que en cualquier otro país con mayor regulación natural.

Es evidente que, en estas condiciones, la capacidad de autodepuración de nuestros ríos queda muy rápidamente superada, haciéndose necesaria una mayor atención a la prevención, control y corrección de los vertidos, y en ocasiones, requiriendo el establecimiento de determinados caudales mínimos, no ya sólo por razones ambientales, sino también sanitarias.

En lo que se refiere a los vertidos contaminantes la situación resulta diversa. Los vertidos urbanos cada vez se realizan en mejores condiciones gracias a la puesta en marcha y desarrollo del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración (PNSD) que, aunque no incluye expresamente la consecución de objetivos de calidad, está logrando que cada vez mayor número de habitantes esté conectado a sistemas de depuración (Embid Irujo, 2000).

## **7.1 MICROORGANISMOS INDICADORES DE HIGIENE**

Son aquellos microorganismos cuya presencia pone de manifiesto, desde un punto de vista general, que existe algún defecto en su calidad higiénica. Los organismos microbiológicos se pueden utilizar para controlar las condiciones higiénicas en la producción de alimentos. La presencia de bacterias, levaduras y mohos específicos es un indicador de higiene deficiente y de posible contaminación microbiológica.

Dentro de estos tenemos a los microorganismos de contaminación fecal que viven normalmente en el intestino del hombre y de los animales y su presencia en un alimento representa un riesgo muy grande para la salud. (28) Los más comunes son: coliformes totales y coliformes fecales y dentro de estos el principal es *Escherichia coli* como indicador directo de contaminación fecal (Dege, 2019).

## **7.2 BACTERIAS COLIFORMES**

La denominación de coliformes se le otorga a todo aquel grupo de bacterias que tienen ciertas características bioquímicas en común y son de mucha importancia como indicadores de contaminación del agua y de los alimentos, sin embargo, el nombre de coliformes totales comprende la totalidad del grupo (MDA, 2008).

Son bacilos Gram negativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados capaces de crecer en medios que contienen sales biliares, como McConkey y Bilis rojo violeta entre otros. (30) Pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, en un período de 24 a 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37 °C (Pascual, M., & Calderón, V., 1999).

La presencia y abundancia de coliformes en alimentos generalmente es considerada con un triple significado en microbiología sanitaria:

- a) Como indicadores de contaminación fecal o de malas prácticas de trabajo en el manejo de los alimentos.
- b) Como causa de alteración de los alimentos.
- c) Como agentes etiológicos de enteritis

### **7.2.1 COLIFORMES FECALES**

Las bacterias coliformes fecales forman parte del total del grupo coliformes, por lo tanto, presentan las mismas características anteriores, pero son capaces de reproducirse a temperaturas entre 44 y 44,5 °C. Su termotolerancia se debe a una superior estabilidad de las proteínas al calor y es así que normalmente se encuentran en el tracto entérico de los animales. En este grupo la principal bacteria que representa la meta de identificación es *Escherichia coli* (Hernández, 2002).

### 7.2.2 **ESCHERICHIA COLI (EC)**

Es un bacilo corto, Gram negativo, con una sola cadena espiral de ADN, anaerobio facultativo, móvil con flagelos peritricos, tiene información genética en los plásmidos, que son responsables de la producción de toxinas y de la resistencia a los antimicrobianos (Romero, 2007). La mayoría de las bacterias pertenecientes a la especie *E. coli*, forman parte de la microflora normal del intestino del hombre y de los animales de sangre caliente, encontrándose habitualmente en sus heces.

La mayor parte de las cepas son inocuas, pero existen algunas que son patógenas para el hombre. Tiene el inconveniente de vivir poco tiempo en el ambiente extraentérico, por lo que su presencia en los alimentos indica contaminación fecal reciente. Se destruye a temperatura de pasteurización y también durante su almacenamiento en frío, sobre todo a temperatura de congelación (Pascual, 2005).

### 7.2.3 **ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR *ESCHERICHIA COLI***

Ciertas cepas de *E. coli* pueden producir enteritis o gastroenteritis y se agrupan en seis categorías de acuerdo a su mecanismo patogénico. Entre estas cepas están: *E. coli* enteropatógeno (EPEC), *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enteroagregante (EAEC) y *E. coli* difusamente adherente (DAEC) (Koneman & Allen, 2008).

Aunque hay pruebas de laboratorio para identificar casi todas las categorías de *E. coli* productoras de diarrea, en varias situaciones no es necesario ya que muchos de los cuadros son autolimitados y solo se requiere su identificación definitiva en ciertas circunstancias particulares como, por ejemplo, diarrea persistente, pacientes inmunodeprimidos o cuando existen brotes.

Pueden ser aisladas de muestras de heces, en agar MacConkey o en agar EMB. Forman colonias circulares, convexas y lisas en bordes bien definidos. Producen de manera típica pruebas positivas de indol (en el 99% de las cepas), son catalasa positiva, oxidasa negativa, rojo metilo positivo y Voges-Proskauer negativa (Romero, 2007).

## **8. MARCO METODOLOGICO**

### **8.1 ÁREA DE ESTUDIO**

En el área de estudio ubicada en la comuna “Ayangue”, Provincia de Santa Elena, se establecieron tres estaciones:

- **Estación N°1** con una latitud de -2.000498 y longitud de -80.751898 denominada Playa rosada (**Figura 3**).
- **Estación N°2** con una latitud de -1.966920 y longitud de -80.759235 denominada Playa de Ayangue (**Figura 4**).
- **Estación N°3** con una latitud de -1.968081 y longitud de -80.752072 denominada las primeras piedras playa de San Pedro (**Figura 5**).

## AREA DE ESTUDIO

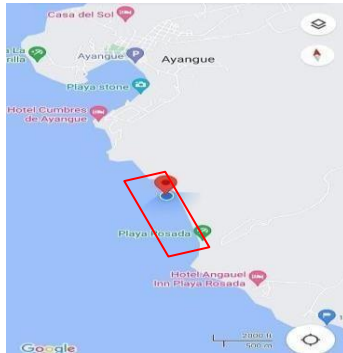


Figura 3 Ubicación del área de estudio en la Playa Rosada  
Fuente: Google Earth,2022



Figura 4 Ubicación del área de estudio en Ayanque  
Fuente: Google Earth,2022.



Figura 5 Ubicación de las primeras piedras de San Pedro  
Fuente: Google Earth,2022.



## **8.2 MÉTODOS**

### **8.2.1 POBLACIÓN DE UNIDADES**

Las ostras se extrajeron de los bancos rocosos en tres estaciones y en cada una se recolectaron 24 muestras dando un total de 96 organismos de ostras de piedra (*Striostrea prismática*) en la playa de Ayangue y San Pedro.

### **8.2.2 ANÁLISIS DE LOS DATOS**

Para facilitar la lectura y comprensión de los datos se utilizará el programa estadístico Past y Excel.

### **8.2.3 EQUIPOS**

- Espectrofotómetro de absorción atómica, marca Agilent 200 series AAgraphit
- Lámpara de cátodo hueco de plomo, marca Agilent
- Sorbona
- Purificador de agua, marca nano Pure Infinity
- Balanza analítica

### **8.2.4 REACTIVOS**

- Estándar certificado de plomo
- Modificador
- $HNO_3$  65%
- Agua Ultrapura

### **8.2.5 MATERIALES**

- Tubo de horno de grafito
- Pipetas
- Matraces aforados de 25ml
- Tubos de teflón
- Viales de polipropileno de 1ml
- Tips de propileno
- Nitrógeno

## **8.3 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS (FASE DE CAMPO)**

### **8.3.1 PARÁMETROS DE MEDICIONES EN CAMPO DEL AGUA:**

PH, alcalinidad, temperatura, coliformes fecales y plomo.

### **8.3.2 MUESTREO:**

- **Agua:** Extracción, conservación y transporte.
- **Ostras:** Extracción manual, medición del tamaño con cintamétrica y peso con balanza, conservación y transporte.

### **8.3.3 ANALISIS DE AGUA**

#### **COLECTA DE LA MUESTRA**

Se recolectaron muestras en a en frascos herméticamente cerrados y completamente llenos con un volumen mínimo de 2000 mL. Las muestras se enviaron de forma inmediata luego de la toma de muestra, se refrigeraron en unacooler con hielo.

Para los parámetros microbiológicos la muestra de agua debe ser entregada en unfrasco estéril de 100 mL, en un plazo máximo de 24 horas refrigeradas.

### **PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS**

La muestra deberá ser transportada al laboratorio LABCESTTA Tecnología y calidad lo antes posible. El tiempo límite entre el muestreo y el inicio del examen bacteriológico es de 30 horas. Las muestras deben ser transportadas en condiciones de refrigeración (4 - 10 °C).

### **TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS**

Embalaje y Envío los frascos deben ser transportados o enviados en una caja resistente para evitar roturas, en la cubierta de caja de transporte se debe colocar una etiqueta que, de manera impresa o con tinta indeleble, muestre de un modo muy claro las inscripciones “Fragil”, “Muestras de agua, urgente” y “Este lado hacia arriba”, así como la dirección del laboratorio al que se enviarán las muestras. En otra etiqueta debe figurar el remitente. En la parte interna de la caja también irá el formulario detallado con los datos de la recolección de las muestras, su descripción y el nombre de la persona que las recolectó y las envió.

### **INFORMACIÓN DE LABORATORIO**

El análisis de Laboratorio, fue llevado a cabo gracias a la intervención del laboratorio LABCESTTA Tecnología y calidad. Para la toma de muestras, se estableció el número de muestras por medio de recomendaciones establecidas en las guías para la Calidad del Agua. A continuación, se muestra en la tabla 2 los parámetros y métodos de análisis de las muestras de agua.

Tabla 2 Parámetros y métodos de análisis de agua.

<b>ANÁLISIS DE AGUA</b>			
<b>PARÁMETROS</b>	<b>EXPRESADO COMO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>MÉTODO DE ANÁLISIS</b>
Coliformes Fecales	CF	NMP/100 mL	Fermentación en tubos múltiples PE/AL/24 Standard Methods Ed.23.2017 9221E/9221C
Alcalinidad Total	-	mg/L	Standard Methods Ed.23.2017 No. 2320 B
Plomo	Pb	mg/L	Plasma de Acoplamiento Inductivo (ICP-AES) PE/AL/17 EPA 200.7 ICP-AES Rev.4.4 1994

## **DETERMINACIÓN DE COLIFORMES FECALES**

Los Coliformes son bacterias Gram negativas, no formadoras de esporas, oxidasa negativas y con forma de bastoncillo, que pueden crecer en medio aerobio y anaerobio facultativo en presencia de sales biliares y capaces de fermentar lactosa con producción de ácido y aldehído en 24 horas a una temperatura de 44 °C.

Se utilizó el método de filtración por membrana, el medio de cultivo es m-FC, las sales biliares del medio de cultivo inhiben el crecimiento de los Gram positivos de la flora acompañante. La fermentación de la lactosa por los coliformes termotolerantes (fecales 44o C) produce una acidificación puesta en evidencia por la coloración azul que se compone de azul de anilina y ácido rosólico (Millipore 2005).

### **8.4 ANALISIS DE OSTRA DE PIEDRA *STRIOSTREA PRISMATICA***

#### **8.4.1 ESPECTOFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA RECOLECCIÓN, TAMAÑO Y NÚMERO DE ESPECÍMENES**

El proceso de recolección se realizó durante los meses de junio y julio del 2022, se recolectaron 24 muestras por día, se hizo dos muestreos por mes. La profundidad en la que se encuentran las ostras de Ayangue es a 6 metros de profundidad, Playa Rosada a 4 metros de profundidad y San Pedro a 7 metros de profundidad, las ostras fueron tomadas de manera aleatoria, estas se recolectaron en fundas ziploc y se guardaron en un cooler con un refrigerante hasta llegar al laboratorio de la Subsecretaría de Calidad e Inocuidad (SCI) para realizar el análisis de metal pesado plomo (Pb). Las muestras de ostras tuvieron un tamaño de 3-10 cm de longitud.

### 1.1.3 TRATAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA PREVIO ANÁLISIS METÁLICO

- Medición de las características: Se registraron las características físicas como la longitud y el peso de la *C. iridescens*
- Extracción del tejido blando: Se procedió a darles golpe de maneraligera la parte frontal de la ostra, posteriormente se cortó el musculo aductor posterior manteniendo la debida precaución paraque no exista daño en la parte del tejido blando, por último, se desprendió completamente la carne de la valva superior y la valvainferior.
- Ubicación de la muestra en fundas herméticas: Se introdujo cada muestra (cuyo peso fue igual o mayor a 5 gramos) del tejido blandode la *Striostrea prismática* en cada funda hermética ziploc.
- Rotulación de las muestras: Se rotularon las muestras de acuerdo ala zona de recolección, numero de muestras, fecha y la hora de captura.
- Climatización de las muestras: Las fundas ziploc se guardaron en cooler con refrigerante, manteniendo la temperatura adecuada parasu conservación.

#### 1.1.4 PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se realizó la selección de los 24 individuos de las estaciones, previo lavado con agua ultra pura, la parte blanda fue pesada por separado cada una en la balanza analítica, se procedió al lavado con agua UltraPura, se homogenizó en unaliquidadora marca Oster.

#### 1.1.5 DIGESTIÓN

La digestión del tejido blando se realizó sobre 0.3+- 0.05g de muestras con 6 ml de  $HNO_3$ , según las recomendaciones de AOAC Official Method 999.10 Plomo (2019) en comida, colocándolos en tubos de teflón en un horno microondas, posteriormente las muestras fueron diluidas a 25ml con agua desionizada.

#### 1.1.6 PROGRAMA DE DIGESTIÓN EN EL MICROONDAS

Tabla 3 Proceso de digestión.

Digestión	Condiciones
Temperatura inicial	°C
Temperatura final	170 °C
Tiempo de la rampa	25 minutos
Tiempo de permanencia	20 minutos

#### 1.1.7 DETERMINACIÓN DEL METAL

Para la determinación del Plomo (Pb) previamente obtenidos en la digestión se analizaron por Espectrofotometría de Absorción atómica mediante horno de grafito marca Agilent series AA 280z y corrector de fondo zimmer y empleando procedimientos establecidos por Estándar Methods Edición 20.

- Se ubica en el equipo la lámpara de cátodo hueco para plomo, se establece la longitud de onda en 283.3 nm y se fija el ancho de la rendija en 0.5 nm siguiendo las instrucciones del software del equipo Agilent 200 series AA.
- Mediante el software, se abre en las hojas de trabajo, luego se hace clic en el botón New from y se elige la plantilla para el método de plomo, se actualiza la fecha y se introduce el nombre del analista que va a realizar las determinaciones.
- Mientras se calienta el equipo y se estabiliza la fuente de energía se modifica el método de acuerdo a los requerimientos del analista. Luego se hace clic en Develop y luego en Edit Methods. A continuación, se despliega una pantalla de menor tamaño donde se pueden observar todos los parámetros del método, tales como Type/Mode, Measurement, Optical, Furnace, Standards, Calibration, QC Tests, Sampler, Notes.
- A continuación, se hace clic en analizar y luego en optimizar. Se conecta el nitrógeno y se ajusta la velocidad de flujo a lo especificado por el fabricante para obtener la máxima sensibilidad; se elimina la presencia de burbujas que pudieron haberse formado en el automuestreador; se alinea la lámpara cuidando que el haz de incidencia obtenga el mínimo porcentaje de ganancia; y se alinea el automuestreador, hacia el centro del primer vial y hacia el centro del orificio del tubo de grafito.



- La precisión del método fue verificada para determinar la calidad de los procedimientos analíticos, analizando muestras estándares de referencia y encontrando valores de desviación estándar muy bajos y comparables entre las diferentes determinaciones. Para determinar diferencias entre la concentración de plomo en las ostras, se aplicó la prueba t Student, según recomendaciones de Zar (1984). Para todos los casos, el nivel de significancia fue:  $p < 0.05$

## 8.5 NORMATIVA EUROPEA

La organización mundial de la salud menciona que todos los alimentos de consumo humano deben ser regularizados debido a que de esta manera se puede impedir algún tipo de agente contaminante para los alimentos como son los metales pesados. La legislación emanada de la comunidad europea y recogida en toda su legislación, respecto a los metales pesados (Pb), se contemplan cantidades máximas permisibles para el consumo humano en alimentación, que normalmente se denominan como valores máximos legales (VML) o cantidades máximas admitidas (CMA) Castro (2015).

Tabla 4 Normativa europea

<b>METAL</b>	<b>PRODUCTO</b>	<b>CONTENIDO MAXIMO (mg/kg)</b>
Plomo (Pb)	Normativa Europea para Moluscos bivalvos	1.50 mg/kg

Fuente: Unión Europea 2015

## 8.6 MARCO LEGAL

### Constitución de la Republica del Ecuador

Para el presente estudio fue amparado bajo la constitución de la República del Ecuador del 2008 el cual establece en el Art.13 el derecho de las personas al alimento sanos y producidos en sus comunidades en concordancia con su idiosincrasia.

## **Plan nacional de desarrollo del buen vivir**

Se baso de acuerdo al objetivo 3. ‘garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones. 3.1 conservar, recuperar y regular el aprovechamiento del patrimonio natural y social, rural y urbano y marino-costero, que asegure y precautele los derechos de las presentes y futuras generaciones.’ (secretaria nacional de planificación y desarrollo,2013)

## **Codex alimentarius**

El codex alimentarius, o “código alimentario”, es un conjunto de normas, directrices y códigos de prácticas aprobados por la comisión del codex alimentarius. La comisión, conocida también como cac, constituye el elemento central del programa conjunto fao/oms sobre normas alimentarias y fue establecida por la fao y la organización mundial de la salud (oms) con la finalidad de proteger la salud de los consumidores y promover prácticas leales en el comercio alimentario. La comisión celebró su primer período de sesiones en 1963.

## **Normas alimentarias internacionales**

Las normas alimentarias, directrices y códigos de prácticas internacionales del codex alimentarius contribuyen a la inocuidad, la calidad y la equidad en el comercio internacional de alimentos. Los consumidores pueden confiar en que los productos alimentarios que compran son saludables y de calidad, y los importadores, en que los alimentos que han encargado se ajustan a sus especificaciones.

## **Protección de la salud de los consumidores**

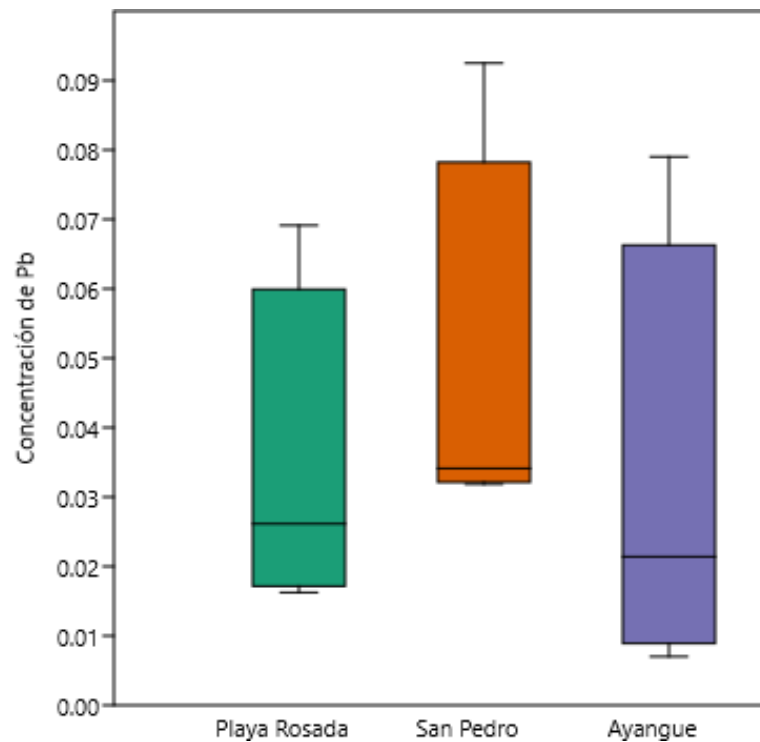
Con frecuencia, las preocupaciones públicas relativas a las cuestiones de inocuidad de los alimentos sitúan al codex en el centro de los debates mundiales. Entre los temas tratados en las reuniones del codex se cuentan los medicamentos veterinarios, los plaguicidas, los aditivos alimentarios y los contaminantes.

## RESULTADOS

### 9. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

Se realizó un total de cuatro muestreos por localidad en el cual se recolectó el tejido de 96 organismos de ostras nativas es decir 24 muestras por cada muestreo las cuales fueron analizadas para obtener concentraciones de metales.

**Concentraciones de plomo encontrados en el tejido de ostras nativas recolectadas en las diferentes localidades.**



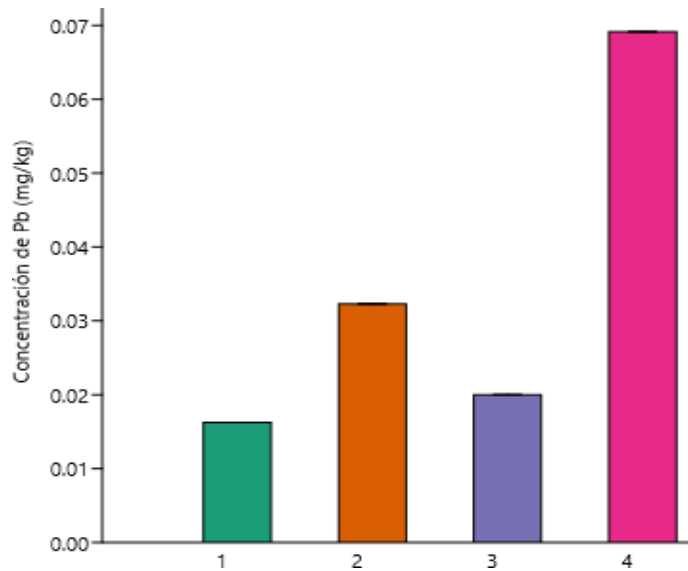
Gráfica 1 Concentración de Pb en las diferentes localidades.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

La concentración de Pb obtenido de las ostras nativas recolectadas se mostró mayor en San Pedro con valores hasta  $0,08 \frac{mg}{Kg}$ , seguido de Ayangue en donde presentó valores hasta de  $0,065 \frac{mg}{Kg}$ , mientras que en Playa Rosada presentó valores mínimos de  $0,06 \frac{mg}{Kg}$  sin embargo todos los valores presentados son menores a lo VML permitidos para el consumo humano (**Gráfica 1**).

## Concentración de plomo en las diferentes localidades por muestreo.

### Playa Rosada

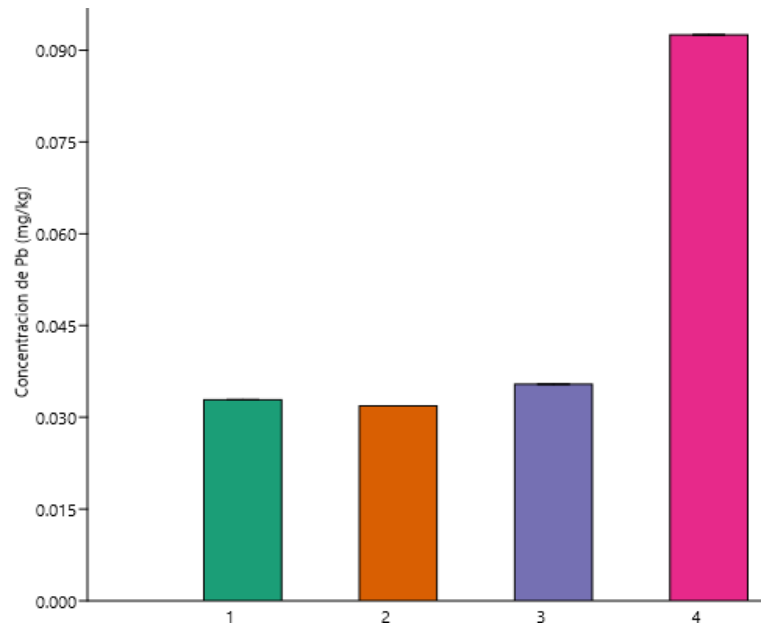


Gráfica 2 Concentración de plomo en organismos de Playa Rosada.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

En Playa Rosada el promedio de la concentración de plomo en el tejido de ostras de piedra durante los muestreos estuvo distribuida en: muestreo 4 que mostró el promedio máximo con  $0,07 \frac{mg}{Kg}$ , seguido del muestreo 2 que presentó valores hasta de  $0,03 \frac{mg}{Kg}$  durante el muestro 3 se obtuvo valores hasta de  $0,02 \frac{mg}{Kg}$  sin embargo durante el muestreo 1 se mostró valores mínimos de  $0,01 \frac{mg}{Kg}$  (**Gráfica 2**)

## San Pedro

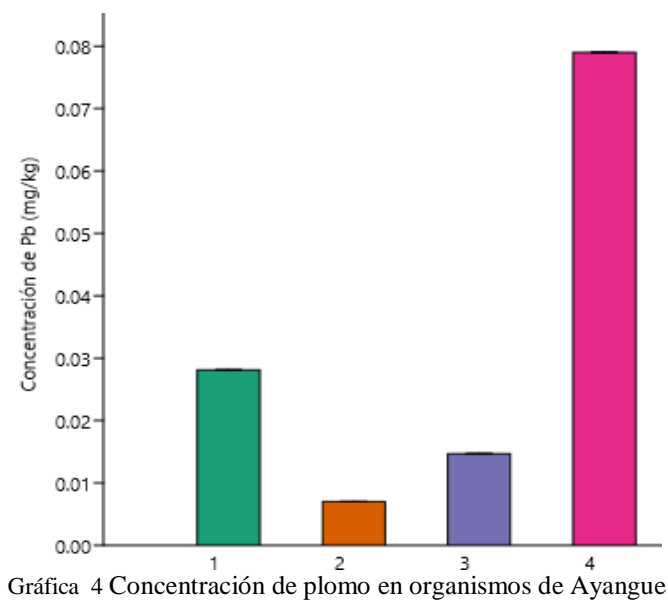


Gráfica 3 Concentración de plomo en organismos de San Pedro.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

En San Pedro el promedio de la concentración de plomo en el tejido de ostras nativas durante los muestreos estuvo distribuida en: muestreo 4 que mostró el promedio máximo con  $0,09 \frac{mg}{Kg}$ , durante el muestreo 1,2 y 3 se presentó pequeñas variaciones con valores es desde  $0,031 \frac{mg}{Kg}$ , a  $0,035 \frac{mg}{Kg}$  (**Gráfica 3**).

## Ayangué



Gráfica 4 Concentración de plomo en organismos de Ayangué

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

En Ayangué el promedio de concentración de plomo en el tejido de ostras nativas durante los muestreos estuvo distribuida en: Muestreo 4 que mostró valores máximos de  $0,079 \frac{mg}{Kg}$  seguido del muestreo 1 con  $0,03 \frac{mg}{Kg}$  mientras que el muestreo 3 presentó valores hasta de  $0,01 \frac{mg}{Kg}$  durante el muestreo 2 se presentó el valor mínimo de

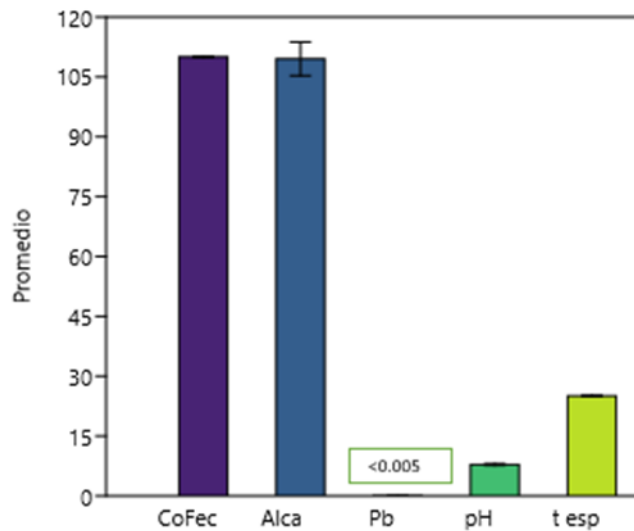
$0,007 \frac{mg}{Kg}$  (**Gráfica 4**).

### Análisis de calidad de agua

Se tomó 4 muestras de la comuna de agua de las cuales se obtuvieron los parámetros físicos, químicos y biológicos, los parámetros son presentados como: Coliformes fecales(CoFec), Alcalinidad (Alca), Plomo (Pb), pH, y Temperatura específica (Tes). El parámetro de Pb en el agua se mostró igual en todas las localidades y en todos los muestreos con  $<0,005 \frac{mg}{L}$

### Promedio de parámetros

#### Playa Rosada

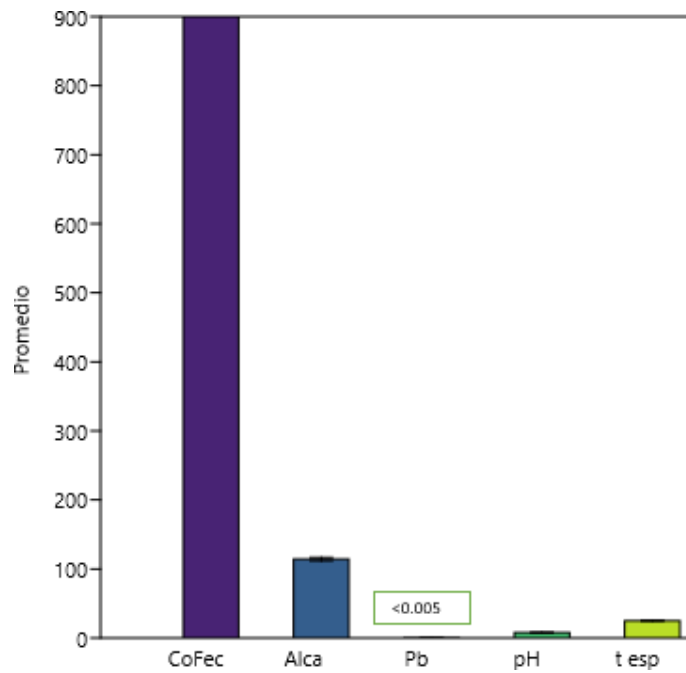


Gráfica 5 Promedio de parámetros en Playa Rosada.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

En Playa Rosada se presentó un promedio de Coliformes Fecales  $110 \frac{NMP}{100 mL}$ , alcalinidad  $109,5 \frac{mL}{L}$ , plomo  $< 0,005 \frac{mg}{L}$ , pH 7.8 y temperatura específica  $25^{\circ}C$  (**Gráfica 5**).

## San Pedro.



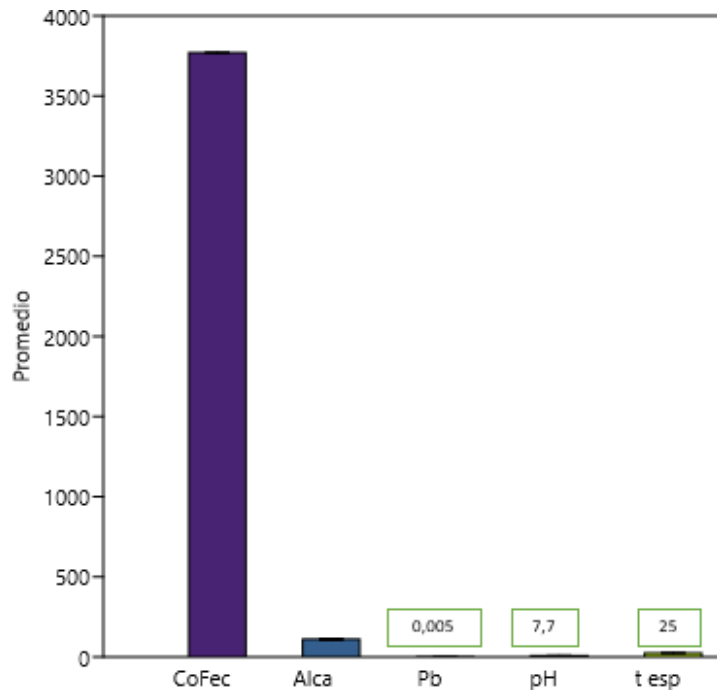
Gráfica 6 Promedio de parámetros en San Pedro.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

En San Pedro se presentó un promedio de Coliformes Fecales 905  $\frac{NMP}{100 mL}$ , alcalinidad 114,25  $\frac{mL}{L}$  plomo < 0,005  $\frac{mg}{L}$ , pH 7.7 y temperatura específica 25°C (**Gráfica 6**).



## Ayangue.



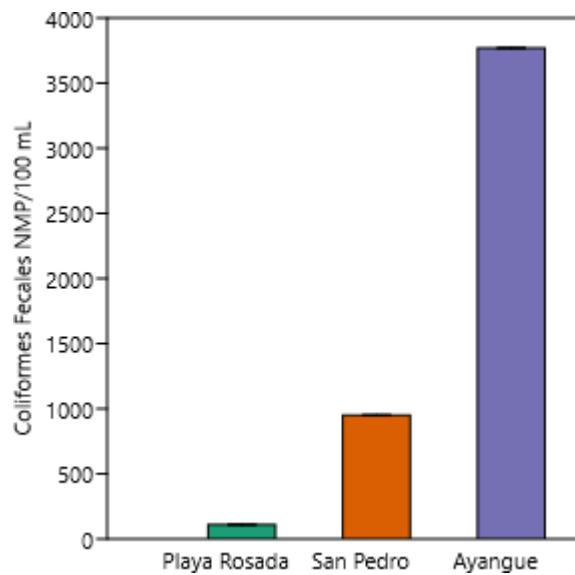
Gráfica 7 Promedio de parámetros en Ayangue.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

En Ayangue se presentó un promedio de Coliformes Fecales  $3770 \frac{NMP}{100 mL}$ , alcalinidad  $110 \frac{mL}{L}$ , plomo  $< 0,005 \frac{mg}{L}$ , pH 7.7 y temperatura específica  $25^{\circ}C$  (**Gráfica 7**).

## Parámetros del agua en las diferentes localidades.

### Coliformes fecales presente en el agua.

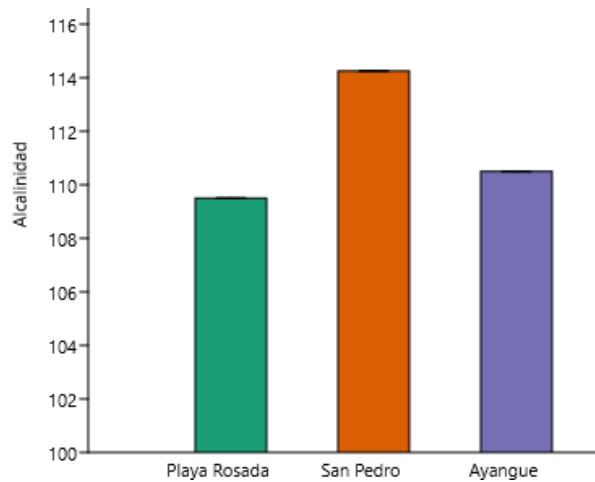


Gráfica 8 Coliformes fecales presente en el agua de las diferentes localidades.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

Los Coliformes fecales se presentaron mayor en Ayangué con  $3770 \frac{NMP}{100 mL}$ , seguido de San Pedro con  $850 \frac{NMP}{100 mL}$  mientras que en Playa Rosada se mostró un mínimo de  $110 \frac{NMP}{100 mL}$  (Gráfica 8).

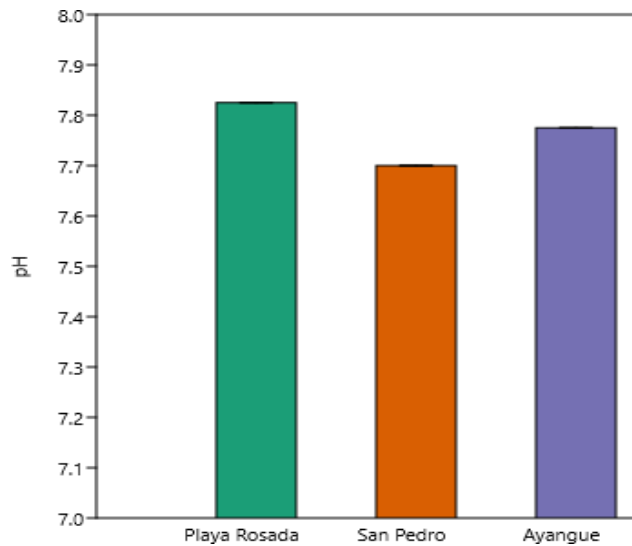
**Parámetros del agua en las diferentes localidades.  
Coliformes fecales presentes en el agua.**



Gráfica 9 Alcalinidad del agua en las diferentes localidades.  
Fuente: (López y Vázquez, 2022)

La alcalinidad del agua en las diferentes estaciones mostró pequeñas variaciones, San Pedro con  $114 \frac{mL}{L}$ , Ayangue con  $110 \frac{mL}{L}$  y Playa Rosada con  $109 \frac{mL}{L}$  respectivamente **(Gráfica 9)**.

### pH del agua.

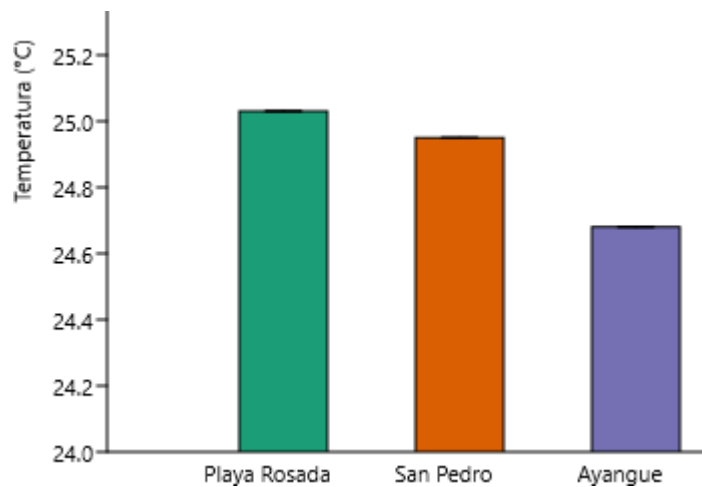


Gráfica 10 pH del agua en las diferentes estaciones.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

El pH en las diferentes localidades mostró pequeñas variaciones Playa Rosada 7,8 pH: Ayangue 7,77 pH y San Pedro con 7,7 respectivamente (**Gráfica 10**).

### Temperatura del agua.

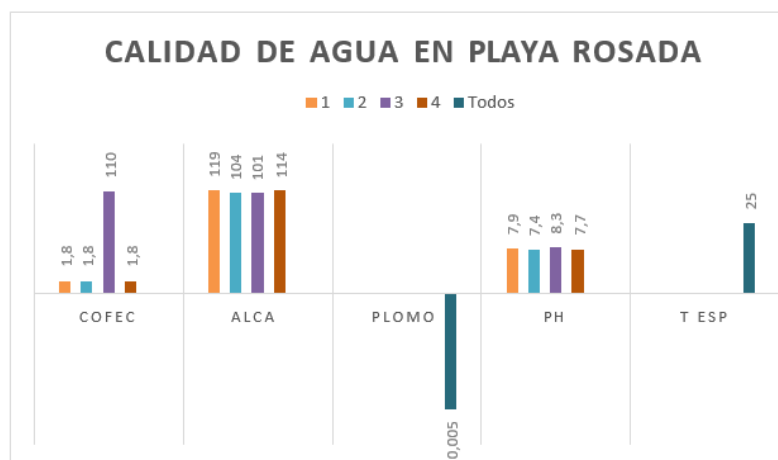


Gráfica 11 Temperatura del agua en las diferentes localidades.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

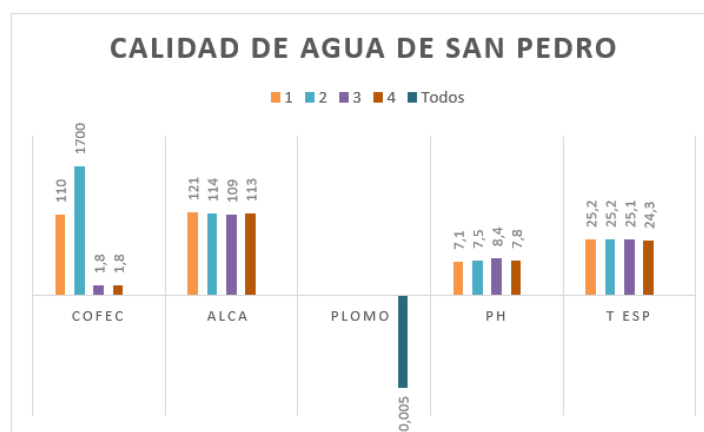
La temperatura del agua en las diferentes localidades presentó pequeñas variaciones Playa Rosada presentó 25,03 °C, San Pedro mostró 24,9 °C y Ayangue 24,6 °C (**Gráfica 11**).

## Calidad de agua por localidad en los diferentes muestreos realizados.



Gráfica 12 Calidad de agua en Playa Rosada.  
Fuente: (López y Vázquez, 2022)

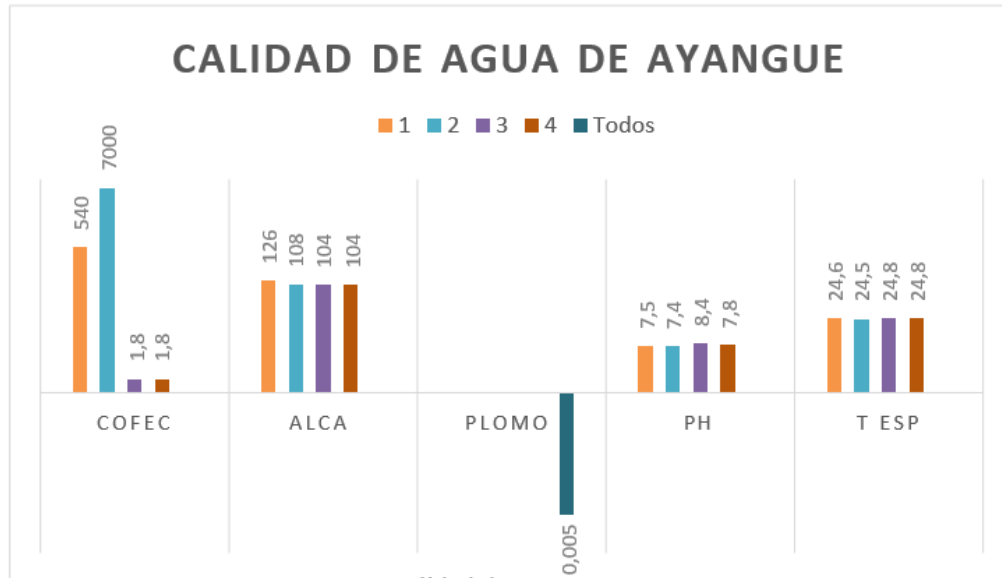
La calidad de agua en Playa Rosada durante los cuatros muestreos estuvo mayormente presentado por Coliformes fecales con  $110 \frac{NMP}{100mL}$ , pH con 8,3 en el muestreo 3, alcalinidad con  $119 \frac{mL}{L}$  en el muestreo 1, en todas las localidades se presentó plomo con  $<0,005 \frac{mg}{L}$  y la temperatura especifica de  $25^{\circ}C$  (Gráfica 12).



Gráfica 13 Calidad de agua en San Pedro.  
Fuente: (López y Vázquez, 2022)

La calidad del agua en San Pedro durante los cuatro muestreos estuvo mayormente presentada por Coliformes fecales con  $1700 \frac{NMP}{100mL}$  y alcalinidad con  $121 \frac{mL}{L}$  en el muestreo 2, pH con 8,4 en el muestreo 3, en todas las localidades se presentó el plomo con  $<0,005 \frac{mg}{L}$ , y temperatura especifica de  $25^{\circ}C$  (Gráfica 13).

## Ayangue

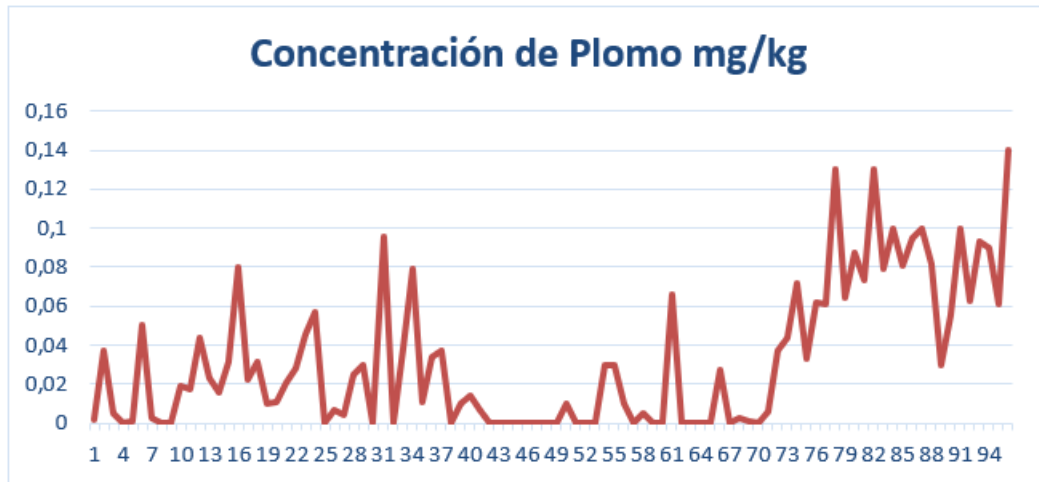


Gráfica 14 Calidad de agua en Ayangue.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

La calidad del agua en Ayangue durante los cuatro muestreos estuvo mayormente presentado por Coliformes fecales con  $7000 \frac{NMP}{100mL}$  en el muestreo 2, alcalinidad con  $126 \frac{mL}{L}$  en el muestreo 1, pH con 8,4 en el muestreo 3, en todas las localidades se presentó el plomo con  $< 0,005 \frac{mg}{L}$  mg, y temperatura específica de 25°C (**Gráfica 14**).

**Concentración de metal pesado en ostras nativas óptimas para la comercialización.**

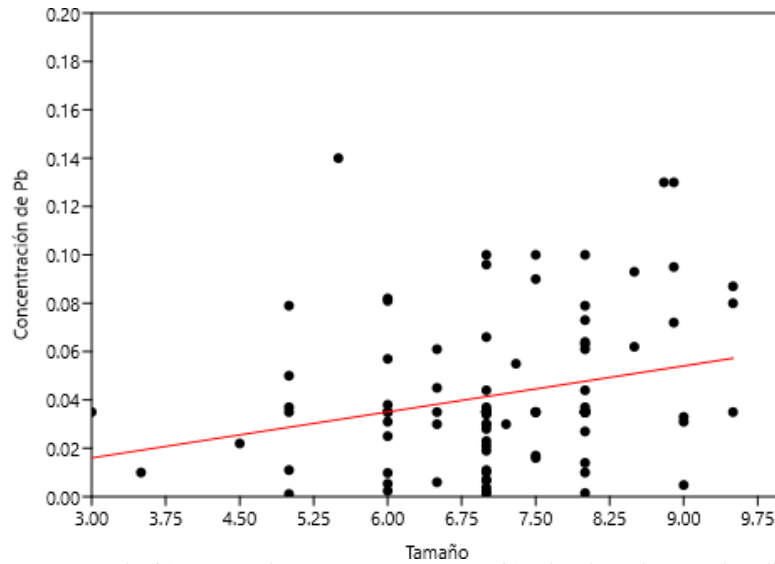


Gráfica 15 Concentración de metal pesado en todos los organismos.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

La concentración de metal pesado Pb en el tejido de las ostras nativas recolectadas en todos los muestreos presentaron valores máximos de  $0,14 \frac{mg}{kg}$  y mínimos de  $<0.035 \frac{mg}{kg}$  que corresponde al primer punto de la curva de calibración, estos valores están por debajo de los valores máximos legales (VML) por lo que están óptimos para su comercialización **(Gráfica 15)**.

### Relación entre el tamaño del bivalvo y el grado de concentración de metales pesados.



Gráfica 16 Correlación entre el tamaño y concentración de Pb en las tres localidades.

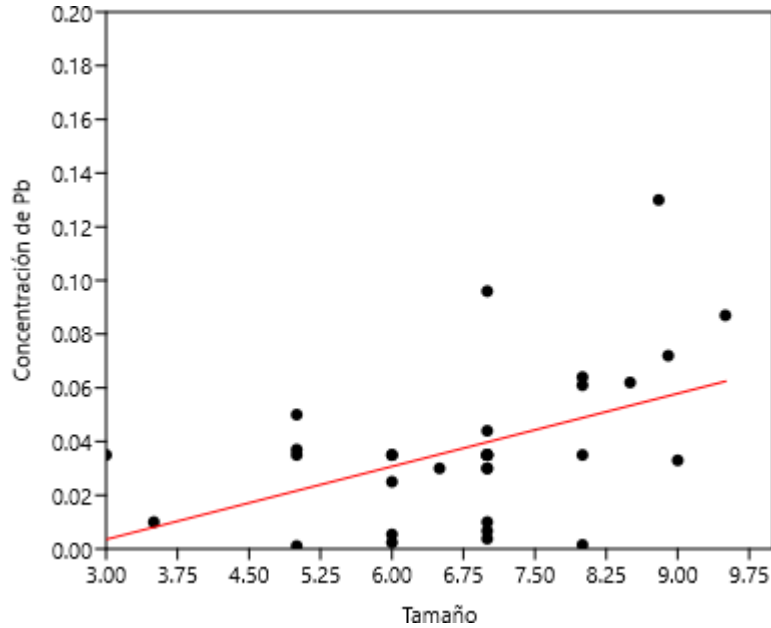
Fuente: (López y Vázquez, 2022)

De manera general se presentó una correlación de Spearman (no paramétrica) porque los datos no presentaron una distribución normal en el test de Lilliefors con valor de  $p < 0,005 = 0,0001$ , la correlación se mostró positiva baja con coeficiente de correlación de  $r: 0,25328$  y  $p: 0,01278$ , esta relación muestra que entre mayor el tamaño del organismo capturado mayor presentó la concentración de Pb en las diferentes localidades (**Gráfica 16**).



**Relación entre el tamaño del bivalvo y el grado de concentración de metales pesados por localidad.**

**Playa Rosada.**

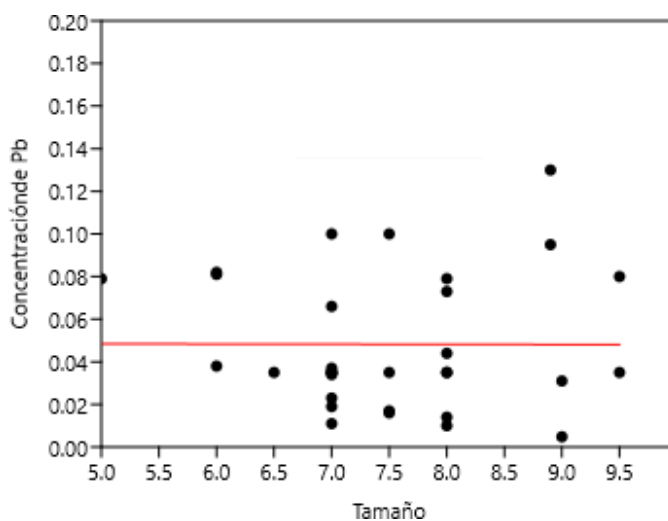


Gráfica 17 Correlación entre el tamaño y concentración de Pb en Playa Rosada.

Fuente: (López y Vázquez, 2022)

Se presentó una correlación de Spearman no presentó una distribución normal en el test de Shapiro-Wilk  $p < 0,005 = 0,002$ , la relación entre los valores de tamaño y concentración de plomo en Playa Rosada se mostró positiva moderada con un coeficiente de correlación de  $r: 0,46924$  y  $p: 0,0067426$ , estos valores demuestran que entre mayor fue el tamaño de las ostras la concentración de plomo aumentó en los organismos recolectados en Playa Rosada (**Gráfica 17**).

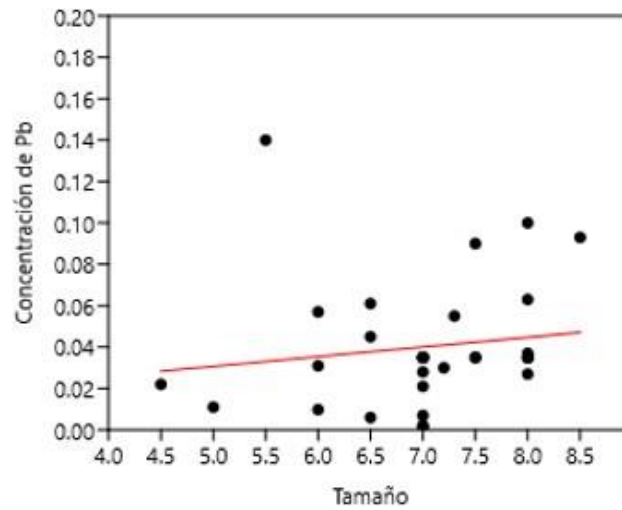
## San Pedro.



Gráfica 18 Correlación entre el tamaño y concentración de Pb en San Pedro.  
Fuente: (López y Vázquez, 2022)

Se presentó una correlación de Spearman (no paramétrica) no presentó una distribución normal en el test de Shapiro-Wilk  $p < 0,005 = 0,004$ , la relación entre los valores de tamaño y concentración de plomo en San Pedro presentó una correlación nula con un coeficiente de correlación de  $r: -0,0021636$  y  $p: 0,99062$ , estos valores demuestran que no se mostró ningún tipo de relación entre las variables presentadas (**Gráfica 18**).

## Ayangue.



Gráfica 19 Correlación entre el tamaño y concentración de Pb en Ayangue.  
Fuente: (López y Vázquez, 2022)

Se presentó una correlación de Spearman (no paramétrica) no presentó una distribución normal en el test de Shapiro-Wilk  $p < 0,005 = 0,0002$ , la relación entre los valores de tamaño y concentración de plomo en Ayangue presentó una correlación positiva baja con un coeficiente de correlación de  $r: 0,14423$  y  $p: 0,43095$ , estos valores demuestran que entre mayor fue el tamaño de las ostras la concentración de plomo aumentó débilmente en los organismos recolectados en Ayangue (**Gráfica 19**).

## **10.DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **10.1 DISCUSIÓN**

De acuerdo a los resultados de ostras obtenidos presentan una concentración de plomo por debajo de la norma de referencia, esto puede deberse a que en las áreas de estudio exista menor aporte antropogénico no se han observado evidencias que reflejen alteraciones en la comunidad vegetal ni otros organismos, aunque no se descarta que pudieran existir algunos ecotipos vegetales originados por procesos selectivos capaces de soportar altas concentraciones (senior,W.,2014) lo que podría demostrar que en sus alrededores son áreas donde existe una gran actividad camaronera, pesquera y actividad humana (aguas servidas).

A pesar que el consumo de los organismos muestreados no puede ser peligroso por su baja concentración se debe tomar en cuenta que algunos metales pesados como el plomo se pueden bioacumularse en el cuerpo humano como lo menciona Klassen, 2001 en su libro sobre toxicología en el que especifica que los adultos pueden absorber y acumular entre el 5% al 15% del plomo ingerido y estos pueden quedarse específicamente en los eritrocitos los cuales se van distribuyendo en los órganos e incluso puede acumularse en los huesos y que luego puede ser librado en otros procesos como en el embarazo o la lactancia.

En la comuna de Ayangue no se encontró altos niveles de concentración por metales pesados sin embargo en otras partes del país como en la provincia del Oro si existe una alta concentración de metales como Cd, Pb y Hg en ostras y ostiones como lo cita (Banguera, 2020).

Los parámetros fisicoquímicos del agua influyen directamente en las condiciones de los organismos como el tamaño principalmente como lo indica Vásquez, 2007 en la guía para el cultivo de ostras del pacífico.

Se presentó una relación entre el tamaño y el grado de concentración de plomo en los organismos muestreados esto es uno de los factores que influye en esta variabilidad como lo indica (Corral, 2000) en la que expresa que los principales factores que influye en la concentración de plomo son: tamaño, tasa de crecimiento, edad, sexo e incluso factores externos como el tiempo, espacio y presión.

## 10.2 CONCLUSIÓN

- Las concentraciones de metales pesados en el tejido de 94 muestras de ostras navitas analizadas mostraron que el nivel de San Pedro presentó cantidades máximas de  $0,08 \frac{mg}{Kg}$ , mientras que el Ayangue y Playa Rosada se presentó un nivel de concentración de  $0,06 \frac{mg}{Kg}$ . Estos niveles de concentración están por debajo de los valores máximos permitidos sin embargo se considera que el consumo de este tipo de especies debe ser moderado debido a su acumulación en el organismo.
- La calidad de agua se midió a través los Coliformes fecales, alcalinidad, plomo, temperatura y pH, en general los parámetros se mostraron aceptables para agua de mar en las tres localidades. Los valores de Coliformes fecales se presentaron entre  $110 \frac{NMP}{100 mL}$  a  $3700 \frac{NMP}{100 mL}$ , alcalinidad se presentó de 109 a 110 ml, parámetros como plomo, pH y temperatura no presentaron variaciones entre las localidades todos los parámetros fueron indicativos de una buena disponibilidad de parámetros.
- Todos los organismos analizados estuvieron dentro de LMP con intervalos de  $<0,035 \frac{mg}{Kg}$  a  $0,14 \frac{mg}{Kg}$  por lo que con aptas para el consumo humano y cumplen con las normas establecidas para su exportación.
- La relación entre el tamaño de los organismos y el grado de concentración de las mismas se presentaron positivas indicado una relación entre ambas variables, lo que mostró que entre mayor sea el tamaño del organismo mayor fue la concentración de plomo, los organismos muestreados en las tres localidades estuvieron entre 3 a 8 cm de longitud.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, V., & Lodeiros, C. (2003). Metales pesados en la almeja *Tivela mactroides* Born, 1778 (Bivalvia: Veneridae) en localidades costeras con diferentes grados de contaminación en Venezuela. [www.scielo.org.mx.  
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-38802004000300005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802004000300005)

Ahumada R. 1994. Nivel de concentración e índice de bioacumulación para metales pesados (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb and Zn) en tejido de invertebrados benthicos de bahía San Vicente, Chile. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 29(1): 77 - 87.

Alarcón, L. (2001). Manual de prácticas de Microbiología básica y Microbiología de alimentos (1ª ed.). México.

Beguería, S. (2019, 22 octubre). *El agua. Sus características y propiedades*. Ceupe. <https://www.ceupe.com/blog/el-agua-sus-caracteristicas-y-propiedades.html?dt=1655843743326>

Castillo, H., & García, J. (1984). Seguimiento a largo plazo de la endocarditis infecciosa de válvula nativa. *academic.oup.com*. [https://academic.oup.com/eurheartj/article-abstract/5/suppl\\_C/107/459573?login=false](https://academic.oup.com/eurheartj/article-abstract/5/suppl_C/107/459573?login=false)

Cabrera Idrovo, R. (2017). ANÁLISIS DE LAS CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS E HIDROCARBUROS EN EL PERÍODO 2015–2016 EN SEDIMENTO DE LA ZONA INTERMAREAL DE SANTA ELENA Y MANABÍ, ECUADOR. [repositorio.uees.edu.ec.  
http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/2010110061\\_%20AN%c3%81LISIS%20DE%20LAS%20CONCENTRACIONES%20DE%20METALES%20PESADOS%20E%20HIDROCARBUROS%20EN%20EL%20PER%c3%8dODO%202015.pdf](http://repositorio.uees.edu.ec/bitstream/123456789/2114/1/2010110061_%20AN%c3%81LISIS%20DE%20LAS%20CONCENTRACIONES%20DE%20METALES%20PESADOS%20E%20HIDROCARBUROS%20EN%20EL%20PER%c3%8dODO%202015.pdf)

Dege, J. (2019, 3 julio). *Organismos indicadores*. Food & Feed Analysis. <https://food.r-biopharm.com/es/analitos/microbiologia/organismos->

Merck MilliPore. (2005). Análisis microbiológico MilliPore. Análisis microbiológico indicadores/#:%7E:text=Los%20organismos%20indicadores%20microbiol%C3%B3gicos%20se,y%20de%20posible%20contaminaci%C3%B3n%20microbiol%C3%B3gica.

D. Skoog, F. Holler, and T. Nieman, “Principios de análisis instrumental. Ed,” MG Hill,2001.

Escobar, J. (2002). La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras. Santiago:CEPAL.

Embid Irujo, A. (2000). Libro Blanco del Agua en España. En *La Situación Actual y los Problemas Existentes y Previsibles* (p. 196). Centro de Estudios Hidrográficos.

Gonzabay Rodríguez, C. A. (2014). INCIDENCIA DE LA PESCA ARTESANAL EN LAS POBLACIONES DE LA OSTRA DE PIEDRA (*Crassostrea iridescens*) EN LOS ARRECIFES ROCOSOS DE AYANGUE, PROVINCIA DE SANTA ELENA. [repositorio.ug.edu.ec.http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6087/1/TESIS%20Carlos%20Gonzabay.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6087/1/TESIS%20Carlos%20Gonzabay.pdf)

Guillén, R. (1982). Análisis químico de los elementos: Cu, Cr, Pb, Zn, Cd, Ni, Fe, Co, As, Hg, y carbono orgánico en los sedimentos del Río Tuy. Trabajo especial de ascenso, Universidad Central de Venezuela, 73 pp.

Hernández Chavarría, F. (2002). Fundamentos de Epidemiología: El Arte Detectivesco de la Investigación Epidemiológica (1ª ed.). Costa Rica

Koneman, E., & Allen, S. (2008). Diagnostico Microbiológico (6ª ed., pp.227-238). Argentina: Editorial Médica Panamericana.



Micro de los Alimentos (2008). Coliformes Totales y Fecales. Recuperado el 22 de junio, 2013, de <http://mikroalimentos.blogspot.com/2008/10/coliformes-totales-y-fecales.html>

Mogollón, J. and Bifano, C. (1985). Estudio geoquímico de contaminación por metales pesados en sedimentos de la cuenca del Río Tuy. VI Congreso Geológico Venezolano. Resumen extenso, pp. 1893-1928.

O.N.U. (2015). *Calidad del agua / Decenio Internacional para la Acción «El agua, fuente de vida» 2005–2015*. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>.  
<https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>

Pascual, M., & Calderón, V. (1999). *Microbiología Alimentaria: Metodología Analítica para Alimentos y Bebidas* (2ª ed., pp. 17-21). España: Ediciones Díaz de Santos.

Phillips, D. and Rainbow, P. (1997). Trace metal accumulation in marine invertebrates: Marine biology or marine chemistry. *J. Mar. Biol. Assoc.*, 77: 195-210.

Romero Cabello, R. (2007). *Microbiología y Parasitología Humana: Bases etiológicas de las enfermedades infecciosas y parasitarias* (3ª ed., pp. 753-766). México: Editorial Médica Panamericana.

Instituto de Salud Pública Chile. (diciembre de 2010). Validación de métodos y determinación de la incertidumbre de la medición. Obtenido de [http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento\\_tecnico/2010/12/Guia%20T%C3%A9cnica%20de%20validaci%C3%B3n%20de%20M%C3%A9todos%20y%20determinaci%C3%B3n%20de%20la%20incertidumbre%20de%20la%20medici%C3%B3n\\_1.pdf](http://www.ispch.cl/sites/default/files/documento_tecnico/2010/12/Guia%20T%C3%A9cnica%20de%20validaci%C3%B3n%20de%20M%C3%A9todos%20y%20determinaci%C3%B3n%20de%20la%20incertidumbre%20de%20la%20medici%C3%B3n_1.pdf)

Sadiq, M. (1992). Toxic Metal Chemistry in Marine Environments. Marcel Dekker, New York, 390 pp.

Salomons, W., Kerdijk, H., Pagee, V. H., Klomp, R., & Schreur, A. (1988). Behaviour and Impact Assessment of Heavy Metals in Estuarine and Coastal Zones.

SpringerLink. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-71483-](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-71483-2_17?error=cookies_not_supported&code=8572ab5f-020f-44db-84cc-df57c2d40717)

[2\\_17?error=cookies\\_not\\_supported&code=8572ab5f-020f-44db-84cc-df57c2d40717](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-71483-2_17?error=cookies_not_supported&code=8572ab5f-020f-44db-84cc-df57c2d40717)

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). La Biodiversidad es esencial para las inversiones en bosques y carbono. Secretaria del Convenio sobre la diversidad biológica.

Shugart, L. R. (1994). Biological Monitoring. En: Renzoni, Mattei, Lari and Fossi (Eds.) Contaminants in the Environment: 29 – 36. CRC Press.

White, S. T. (1985). Natural disturbance and patch dynamic. New York: Academic

Press. ZAR, JH. (1984). Biostatistical analysis. Prentice-Hall, New York, 622p

C. Rubio, A. G. (s.f.). *El plomo como contaminante alimentario*.

Obtenido de <https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2018-03/7.pdf>

ELIKA. (19 de FEBRERO de 2021). *ELIKA*. Obtenido de ELIKA.

FACSA. (23 de 01 de 2017). Obtenido de [https://www.facsa.com/metales-](https://www.facsa.com/metales-pesados/#:~:text=%C2%BFC%C3%93MO%20SE%20PRODUCE%20LA%20CONTAMIN)

[pesados/#:~:text=%C2%BFC%C3%93MO%20SE%20PRODUCE%20LA%20CONTAMIN](https://www.facsa.com/metales-pesados/#:~:text=%C2%BFC%C3%93MO%20SE%20PRODUCE%20LA%20CONTAMIN)  
[ACI%C3%93N,asimismo%20una%20fuente%20de%20contaminaci%C3%B3n.](https://www.facsa.com/metales-pesados/#:~:text=%C2%BFC%C3%93MO%20SE%20PRODUCE%20LA%20CONTAMIN)

Ibáñez, M. (s.f.). *URRALDE*. Obtenido de LA CONTAMINACION MARINA POR METALES PESADOS: <http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur09/09Ibanez.pdf>

Nieves, A. D. (s.f.). *Espectrometría: Espectros de absorción y cuantificación*.

Obtenido de Espectrometría: Espectros de absorción y cuantificación:

<https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol>

[mol/pdfs/08\\_ESPECTROFOTOMETRIA.pdf](https://www.uco.es/dptos/bioquimica-biol)

Ramírez, L. A. (diciembre de 2007). *Estado de ostra de piedra (Crassostrea iridescens)*. Obtenido de Estado de ostra de piedra (Crassostrea iridescens): [https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/2271029E1/materials/pdf/2007/2007\\_06.pdf](https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/2271029E1/materials/pdf/2007/2007_06.pdf)

VALLE, P. G. (2015). “*CALIDAD DEL AGUA DE MAR DEL ESTERO HUAYLÀ Y SUS*”. Obtenido de “*CALIDAD DEL AGUA DE MAR DEL ESTERO HUAYLÀ Y SUS*”: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/2839/2/CD000020-TRABAJO%20COMPLETO-pdf>

Martínez Guijarro, M. (2020). *Análisis instrumental. Espectrofotometría de Absorción Atómica (EAA)*.

## 12. ANEXOS



Anexo 1 PRIMERA SALIDA 07/06/22

Fuente: (López y Vázquez, 2022)



Anexo 2 SEGUNDA SALIDA 20/06/22

Fuente: (López y Vázquez, 2022)



Anexo 3 TERCERA SALIDA 06 /07/22

Fuente: (López y Vázquez, 2022)



Anexo 4 CUARTA SALIDA 20/07/2022

**Fuente:** (López y Vázquez, 2022)

**13. LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO  
DE ALIMENTOS SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD**

**MINISTERIO DE PRODUCCIÓN,  
COMERCIO EXTERIOR, INVERSIONES Y PESCA**



Muestreo	Localidad	Cod localidad	Fecha	Código	Reporte	Organismo	Temperatura	Humedad relativa	Plomo mg/kg	Tamaño
1	Playa Rosada	1	8/6/2022	73822-2592-M31	57302	1	19-26	49-70	0,0015	8
1	Playa Rosada	1	8/6/2022	73822-2593-M31	57303	2	19-26	49-70	0,037	5
1	Playa Rosada	1	8/6/2022	73822-2594-M31	57304	3	19-26	49-70	0,0054	6
1	Playa Rosada	1	8/6/2022	73822-2595-M32	57305	4	19-26	49-70	< 0,035	3
1	Playa Rosada	1	8/6/2022	73822-2596-M31	57306	5	19-26	49-70	0,0011	5
1	Playa Rosada	1	8/6/2022	73822-2597-M31	57307	6	19-26	49-70	0,05	5
1	Playa Rosada	1	8/6/2022	73822-2598-M31	57308	7	19-26	49-70	0,0024	6
1	Playa Rosada	1	8/6/2022	73822-2599-M31	57309	8	19-26	49-70	< 0,035	8
2	Playa Rosada	1	21/6/2022	73822-6667-M71	57749	1	19-26	49-70	< 0,035	5
2	Playa Rosada	1	21/6/2022	73822-6668-M71	57750	2	19-26	49-70	0,0067	7

2	Playa Rosada	1	21/6/2022	73822-6669-M71	57751	3	19-26	49-70	0,0038	7
2	Playa Rosada	1	21/6/2022	73822-6670-M71	57752	4	19-26	49-70	0,025	6
2	Playa Rosada	1	21/6/2022	73822-6671-M71	57753	5	19-26	49-70	0,03	6,5
2	Playa Rosada	1	21/6/2022	73822-6672-M71	57754	6	19-26	49-70	< 0,035	7
2	Playa Rosada	1	21/6/2022	73822-6673-M71	57756	7	19-26	49-70	0,096	7
2	Playa Rosada	1	21/6/2022	73822-6674-M71	57757	8	19-26	49-70	< 0,035	7
3	Playa Rosada	1	7/7/2022	74887-2094-M22	57797	1	19-27	49-71	< 0,035	7
3	Playa Rosada	1	7/7/2022	74887-2095-M22	57799	2	19-28	49-72	0,01	3,5
3	Playa Rosada	1	7/7/2022	74887-2096-M22	57800	3	19-29	49-73	< 0,035	6
3	Playa Rosada	1	7/7/2022	74887-2097-M22	57801	4	19-30	49-74	< 0,035	6
3	Playa Rosada	1	7/7/2022	74887-2098-M22	57802	5	19-31	49-75	< 0,035	7
3	Playa Rosada	1	7/7/2022	74887-2099-M22	57803	6	19-32	49-76	0,03	7
3	Playa Rosada	1	7/7/2022	74887-2100-M22	57804	7	19-33	49-77	0,03	7
3	Playa Rosada	1	7/7/2022	74887-2101-M22	57805	8	19-34	49-78	0,01	7



4	Playa Rosada	1	9/8/2022	74887-6376-M75	58441	1	19-51	49-95	0,044	7
4	Playa Rosada	1	9/8/2022	74887-6377-M75	58442	2	19-52	49-96	0,072	8,9
4	Playa Rosada	1	9/8/2022	74887-6378-M75	58443	3	19-53	49-97	0,033	9
4	Playa Rosada	1	9/8/2022	74887-6378-M75	58444	4	19-54	49-98	0,062	8,5
4	Playa Rosada	1	9/8/2022	74887-6378-M75	58445	5	19-55	49-99	0,061	8
4	Playa Rosada	1	9/8/2022	74887-6378-M75	58446	6	19-56	49-100	0,13	8,8
4	Playa Rosada	1	9/8/2022	74887-6378-M75	58447	7	19-57	49-101	0,064	8
4	Playa Rosada	1	9/8/2022	74887-6378-M75	58448	8	19-58	49-102	0,087	9,5
1	San Pedro	2	8/6/2022	73822-2600-M31	57310	1	19-26	49-70	< 0,035	7
1	San Pedro	2	8/6/2022	73822-2601-M31	57311	2	19-26	49-70	0,019	7
1	San Pedro	2	8/6/2022	73822-2602-M31	57312	3	19-26	49-70	0,017	7,5
1	San Pedro	2	8/6/2022	73822-2603-M31	57313	4	19-26	49-70	0,044	8
1	San Pedro	2	8/6/2022	73822-2604-M31	57314	5	19-26	49-70	0,023	7
1	San Pedro	2	8/6/2022	73822-2605-M31	57315	6	19-26	49-70	0,016	7,5

1	San Pedro	2	8/6/2022	73822-2606-M31	57316	7	19-26	49-70	0,031	9
1	San Pedro	2	8/6/2022	73822-2607-M31	57317	8	19-26	49-70	0,08	9,5
2	San Pedro	2	21/6/2022	73822-6675-M71	57758	1	19-26	49-70	0,038	6
2	San Pedro	2	21/6/2022	73822-6676-M71	57759	2	19-26	49-70	0,079	5
2	San Pedro	2	21/6/2022	73822-6677-M71	57760	3	19-26	49-70	0,011	7
2	San Pedro	2	21/6/2022	73822-6678-M71	57761	4	19-26	49-70	0,034	7
2	San Pedro	2	21/6/2022	73822-6679-M71	57762	5	19-26	49-70	0,037	7
2	San Pedro	2	21/6/2022	73822-6680-M71	57763	6	19-26	49-70	<0,035	7,5
2	San Pedro	2	21/6/2022	73822-6681-M71	57764	7	19-26	49-70	0,01	8
2	San Pedro	2	21/6/2022	73822-6682-M71	57765	8	19-26	49-70	0,014	8
3	San Pedro	1	7/7/2022	74887-2102-M22	57806	1	19-35	49-79	< 0,035	7
3	San Pedro	2	7/7/2022	74887-2103-M22	57807	2	19-36	49-80	0,0048	9
3	San Pedro	2	7/7/2022	74887-2104-M22	57808	3	19-37	49-81	< 0,035	7
3	San Pedro	2	7/7/2022	74887-2105-M22	57809	4	19-38	49-82	< 0,035	6,5

3	San Pedro	2	7/7/2022	74887-2106-M22	57810	5	19-39	49-83	0,066	7
3	San Pedro	2	7/7/2022	74887-2107-M22	57811	6	19-40	49-84	< 0,035	9,5
3	San Pedro	2	7/7/2022	74887-2108-M22	57812	7	19-41	49-85	< 0,035	8
3	San Pedro	2	7/7/2022	74887-2109-M22	57813	8	19-42	49-86	< 0,035	8
4	San Pedro	2	9/8/2022	74887-6378-M75	58449	1	19-59	49-103	0,073	8
4	San Pedro	2	9/8/2022	74887-6378-M75	58450	2	19-60	49-104	0,13	8,9
4	San Pedro	2	9/8/2022	74887-6378-M75	58451	3	19-61	49-105	0,079	8
4	San Pedro	2	9/8/2022	74887-6378-M75	58452	4	19-62	49-106	0,1	7
4	San Pedro	2	9/8/2022	74887-6378-M75	58453	5	19-63	49-107	0,081	6
4	San Pedro	2	9/8/2022	74887-6378-M75	58454	6	19-64	49-108	0,095	8,9
4	San Pedro	2	9/8/2022	74887-6378-M75	58455	7	19-65	49-109	0,1	7,5
4	San Pedro	2	9/8/2022	74887-6378-M75	58456	8	19-66	49-110	0,082	6
1	Ayangue	3	8/6/2022	73822-2608-M31	57318	1	19-26	49-70	0,022	4,5
1	Ayangue	3	8/6/2022	73822-2609-M31	57319	2	19-26	49-70	0,031	6

1	Ayangue	3	8/6/2022	73822-2610-M31	57320	3	19-26	49-70	0,0098	6
1	Ayangue	3	8/6/2022	73822-2611-M31	57321	4	19-26	49-70	0,011	5
1	Ayangue	3	8/6/2022	73822-2612-M31	57322	5	19-26	49-70	0,021	7
1	Ayangue	3	8/6/2022	73822-2613-M31	57323	6	19-26	49-70	0,028	7
1	Ayangue	3	8/6/2022	73822-2614-M31	57324	7	19-26	49-70	0,045	6,5
1	Ayangue	3	8/6/2022	73822-2615-M31	57325	8	19-26	49-70	0,057	6
2	Ayangue	3	21/6/2022	73822-6683-M71	57766	1	19-26	49-70	0,007	7
2	Ayangue	3	21/6/2022	73822-6684-M71	57767	2	19-26	49-70	< 0,035	8
2	Ayangue	3	21/6/2022	73822-6685-M71	57768	3	19-26	49-70	< 0,035	7
2	Ayangue	3	21/6/2022	73822-6686-M71	57769	4	19-26	49-70	<0,035	7,5
2	Ayangue	3	21/6/2022	73822-6687-M71	57770	5	19-26	49-70	<0,035	7
2	Ayangue	3	21/6/2022	73822-6688-M71	57771	6	19-26	49-70	<0,035	7
2	Ayangue	3	21/6/2022	73822-6689-M71	57772	7	19-26	49-70	<0,035	8
2	Ayangue	3	21/6/2022	73822-6690-M71	57773	8	19-26	49-70	<0,035	8

3	Ayangue	2	7/7/2022	74887-2110-M22	57814	1	19-43	49-87	< 0,035	8
3	Ayangue	3	7/7/2022	74887-2111-M22	57815	2	19-44	49-88	0,027	8
3	Ayangue	3	7/7/2022	74887-2112-M22	57816	3	19-45	49-89	< 0,035	7
3	Ayangue	3	7/7/2022	74887-2113-M22	57817	4	19-46	49-90	0,0022	7
3	Ayangue	3	7/7/2022	74887-2114-M22	57818	5	19-47	49-91	0,0012	7
3	Ayangue	3	7/7/2022	74887-2115-M22	57819	6	19-48	49-92	< 0,035	7,5
3	Ayangue	3	7/7/2022	74887-2116-M22	57820	7	19-49	49-93	0,006	6,5
3	Ayangue	3	7/7/2022	74887-2117-M22	57821	8	19-50	49-94	0,037	8
4	Ayangue	3	9/8/2022	74887-6378-M75	58457	1	19-67	49-111	0,03	7,2
4	Ayangue	3	9/8/2022	74887-6378-M75	58458	2	19-68	49-112	0,055	7,3
4	Ayangue	3	9/8/2022	74887-6378-M75	58459	3	19-69	49-113	0,1	8
4	Ayangue	3	9/8/2022	74887-6378-M75	58460	4	19-70	49-114	0,063	8
4	Ayangue	3	9/8/2022	74887-6378-M75	58461	5	19-71	49-115	0,093	8,5
4	Ayangue	3	9/8/2022	74887-6378-M75	58462	6	19-72	49-116	0,09	7,5

4	Ayangue	3	9/8/2022	74887-6378-M75	58463	7	19-73	49-117	0,061	6,5
4	Ayangue	3	9/8/2022	74887-6378-M75	58464	8	19-74	49-118	0,14	5,5



ING. FERNANDA HURTADO  
RESPONSABLE DE CALIDAD Y TÉCNICO



Anexo 5 Tabla de resultados de Plomo (Pb) en ostras

*Fuente: (López y Vázquez, 2022)*

<b>Cod localidad</b>	<b>Fecha</b>	<b>N° inf</b>	<b>N° muestra</b>	<b>Tmax</b>	<b>T min</b>	<b>Colifor fec NMP/100 mL</b>	<b>Alcalinidad mg/L</b>	<b>Plomo: mg/L</b>	<b>ph</b>	<b>t-espe</b>
<b>Localidad</b>	<b>Fecha</b>	<b>N° inf</b>	<b>N° muestra</b>	<b>Tmax</b>	<b>T min</b>	<b>CoFec</b>	<b>Alca</b>	<b>Plomo</b>	<b>pH</b>	<b>t-esp</b>
1	7/6/2022	A-400-22	1	25	15	<1,8	119	<0,005	7,9	24,9
2	8/6/2022	A-401-22	1	25	15	110	121	<0,005	7,1	25,2
3	9/6/2022	A-402-22	1	25	15	540	126	<0,005	7,5	24,6
1	29/6/2022	A-403-22	1	25	15	<1,8	104	<0,005	7,4	25,1
2	29/6/2022	A-446-22	1	25	15	1700	114	<0,005	7,5	25,2
3	29/6/2022	A-445-22	1	25	15	7000	108	<0,005	7,4	24,5
1	6/7/2022	A-467-22	1	25	15	110	101	<0,005	8,3	25,1
2	6/7/2022	A-469-22	1	25	15	<1,8	109	<0,005	8,4	25,1
3	6/7/2022	A-468-22	1	25	15	<1,8	104	<0,005	8,4	24,8
1	20/7/2022	A-547-22	1	25	15	<1,8	114	<0,005	7,7	25
2	20/7/2022	A-549-22	1	25	15	<1,8	113	<0,005	7,8	24,3
3	20/7/2022	A-548-22	1	25	15	<1,8	104	<0,005	7,8	24,8



Ing. Verónica Bravo  
DIRECTORA TÉCNICA

Anexo 6 Tabla de análisis químico - microbiológico del agua

*Fuente: (López y Vázquez, 2022)*