



Universidad Estatal Península de Santa Elena

Facultad de Ciencias del Mar

Carrera de Biología.

**“ANÁLISIS DE EFLUENTES DE CULTIVOS  
LARVARIOS Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN LA  
ZONA DE MAR BRAVO, PROVINCIA DE SANTA  
ELENA.”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**

Previa a la obtención del Título de:

**BIÓLOGO**

**AUTOR:**

Saraguro Zúñiga Carmen Daniela

**DOCENTE TUTOR:**

Acui. Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

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

“ANÁLISIS DE EFLUENTES DE CULTIVOS LARVARIOS Y  
SU IMPACTO AMBIENTAL EN LA ZONA DE MAR BRAVO,  
PROVINCIA DE SANTA ELENA.”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Previa a la obtención del Título de:

BIÓLOGO

**AUTOR:**

Saraguro Zúñiga Carmen Daniela

**DOCENTE TUTOR:**

Acui. Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D.

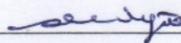
LA LIBERTAD – ECUADOR

2024

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE TUTOR

En mi calidad de Docente Tutor del Trabajo de Integración Curricular, “Análisis de Efluentes de los Cultivos Larvarios y su Impacto Ambiental en la Zona de Mar Bravo, Provincia de Santa Elena.”, elaborado por Saraguro Zuñiga Carmen Daniela , estudiante de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo/a, me permito declarar que luego de haber dirigido su desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, apruebo en todas sus partes, encontrándose apto para la evaluación del docente especialista.

Atentamente



Acui. Sonny Mendoza Lombana, Ph.D

**DOCENTE TUTOR**

**C.I. 0912802816**

## DECLARACIÓN DEL DOCENTE DE ÁREA

En mi calidad de Docente Especialista, del Trabajo de Integración Curricular “Análisis de Efluentes de los Cultivos Larvarios y su Impacto Ambiental en la Zona de Mar Bravo, Provincia de Santa Elena.”, elaborado por Saraguro Zúñiga Carmen Daniela , estudiantes de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Biólogo, me permito declarar que luego de haber evaluado el desarrollo y estructura final del trabajo, éste cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por la cual, declaro que se encuentra apto para su sustentación.

Atentamente



---

Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.

**DOCENTE DE ÁREA**  
**C.I. 0913270153**

# DEDICATORIA

Dedico este proyecto a Dios por ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A mi yo de 12 años que nunca pensó que llegaría tan lejos a pesar de las pruebas de la vida, que nunca dejaba de perseverar hasta alcanzar su meta para saber que si pudo y lo lograra.

A mis padres Alejandro y Carmen que me apoyaron incondicionalmente para así cumplir mis metas en cada paso en este caminar y ser también mi fuente de inspiración de seguir adelante sin que me falte nada. A mis hermanas Melissa, Janica y Yuliana por estar siempre conmigo escuchándome y abrazando en cada proceso.

A mis compañeros, en especial: Heydi, Jeancarlos, Maggie, Ronny y Fabrizio por su amistad que me sacaron muchas veces del agua y me ayudaron a hallar el camino en cada momento que se vivió en la carrera con sus consejos, risas y locuras, Gracias. Sin olvidar a mi mascota Anubis quien me acompaña desde pandemia en mis momentos de estudio con su fidelidad junto a mí.

Me llena de alegría poder terminar este proyecto y que cada uno de ustedes fueron la parte esencial en las diferentes etapas que viví en la carrera.

Los quiero mucho.

# AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento en primer lugar a Dios, quien ha sido mi apoyo y fortaleza a lo largo de este camino hacia mi meta académica. En segundo lugar, agradezco profundamente el apoyo incondicional de mi familia durante toda mi carrera universitaria, sin el cual no habría sido posible culminar mis estudios profesionales.

También quiero reconocer y agradecer a la empresa Omarsa S.A. por brindarme la oportunidad de trabajar en sus instalaciones y por su respaldo en el desarrollo de mis actividades. Agradezco especialmente al biólogo Efraín Caira por su amabilidad y supervisión durante todas las etapas del proyecto. Asimismo, mi reconocimiento al laboratorio DULODER S.A. por su colaboración en este proyecto.

Finalmente, quiero expresar mi gratitud a todos los profesores de la universidad, cuyos conocimientos y enseñanzas han sido fundamentales en mi formación académica a lo largo de estos cuatro años. En particular, agradezco a la acuicultora Sonnya Mendoza, quien fue mi tutora en este proyecto y cuyas orientaciones profesionales fueron invaluable apoyo. A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, Facultad de Ciencias del Mar, mi sincero agradecimiento por proporcionarme una educación de calidad que ha sido fundamental en mi desarrollo académico.

# TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por **Carmen Daniela Saraguro Zúñiga** como requisito parcial para la obtención del grado de Biólogo/a de la Carrera de Biología, Facultad de Ciencias del Mar de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: Miércoles 17 de Julio del 2024



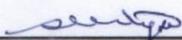
---

Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.  
**DIRECTOR/A DE CARRERA**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



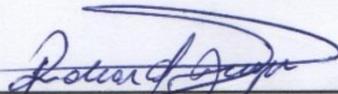
---

Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc.  
**PROFESOR DE ÁREA**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



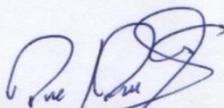
---

Acui. Sonnya Mendoza Lombana, Ph.D  
**DOCENTE TUTOR**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Blgo. Richard Duque Marín, Mgt.  
**DOCENTE GUÍA DE LA UIC II**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



---

Lcdo. Pascual Roca Silvestre Mgr.  
**SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL**

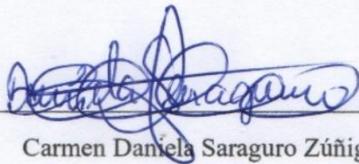
## **Declaración Expresa**

Yo, CARMEN DANIELA SARAGURO ZÚÑIGA

Declaro que:

El proyecto titulado "Análisis de Efluentes de los Cultivos Larvarios y su Impacto Ambiental en la Zona de Mar Bravo, Provincia de Santa Elena", ha sido realizado de acuerdo con los términos acordados para el acceso a las instalaciones y laboratorios pertinentes. Además, se han seguido los reglamentos establecidos por el laboratorio de análisis DULODER S.A.

La responsabilidad de esta investigación, tal como se presenta en este documento, me corresponde a mí, mientras que el patrimonio intelectual asociado pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena.



---

Carmen Daniela Saraguro Zúñiga

# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b> .....	16
<b>ABSTRACT</b> .....	17
<b>GLOSARIO</b> .....	18
<b>ABREVIATURAS</b> .....	20
<b>CAPITULO I</b> .....	21
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	21
<b>JUSTIFICACIÓN</b> .....	23
<b>OBJETIVO GENERAL:</b> .....	24
<b>OBJETIVO ESPECÍFICOS:</b> .....	24
<b>HIPÓTESIS:</b> .....	25
<b>CAPITULO II</b> .....	26
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	26
<b>2.1 Calidad de agua</b> .....	26
<b>2.2 Problemática de la Calidad del Agua en la Acuicultura</b> .....	27
<b>2.3 Bacterias en el Agua</b> .....	28
<b>2.4 Índices de Calidad de Agua</b> .....	28
<b>2.5 Descripción de los 9 parámetros utilizados en el ICA</b> .....	30
<b>2.6 Oxígeno Disuelto.</b> .....	31
<b>2.7 Coliformes Fecales</b> .....	32
<b>2.8 pH (Potencial de Hidrógeno)</b> .....	32
<b>2.9 Demanda Biológica de Oxígeno (D.B.O)</b> .....	33
<b>2.10 Temperatura</b> .....	33
<b>2.11 Fosfato</b> .....	34
<b>2.12 Nitrato</b> .....	35
<b>2.13 Turbidez</b> .....	35

2.14 Sólidos Totales Disueltos.....	36
2.15 TCBS .....	36
2.16 Legislación ecuatoriana .....	37
2.16.1 Constitución de la Republica del Ecuador 2008.....	37
2.17 El texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria en su Libro VI Anexo I.....	38
2.18 Institución Ecuatoriano de Normalización "Norma técnica ecuatoriana" ....	40
<b>CAPITULO III .....</b>	<b>41</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>41</b>
3.1 Área de estudio.....	41
3.1.1 Ubicación .....	41
3.1.2 Sitio de Experimentación .....	41
3.2.1 FASE DE CAMPO.....	43
3.2.4 Muestras para Química y Microbiología.....	44
3.3 Diagrama del área de muestreo .....	45
3.4 FASE DE LABORATORIO.....	46
3.4.1 Coliformes fecales .....	46
3.4.2 Nitratos.....	46
3.4.3 Fosfato.....	46
3.4.4 Sólidos Totales Disueltos.....	47
3.4.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO).....	48
3.4.6 Oxígeno Disuelto (OD) .....	48
3.4.7 TCBS.....	49
3.4.8 Turbidez.....	50
3.3.8.1 Nefelometría .....	50
3.5 Análisis de datos .....	50
<b>CAPITULO IV.....</b>	<b>53</b>

<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	53
<b>4.1.1 Parámetros físicos</b> .....	53
<b>4.1.2 Parámetros Químicos</b> .....	56
<b>4.2 Parámetros en general de cada uno de los puntos de investigación.</b> .....	63
<b>4.3 Identificación de las poblaciones de Vibrionaceae y Enterobacterias en los efluentes y afluentes.</b> .....	65
<b>4.4 Calidad de agua de los puntos de muestreo durante la investigación.</b> .....	74
<b>4.5 Relación de los resultados del estudio con las normativas ambientales del Ecuador comprobando su impacto en las aguas residuales.</b> .....	84
<b>CAPITULO V</b> .....	85
<b>DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	85
<b>5.1 DISCUSIÓN</b> .....	85
<b>5.2 CONCLUSIONES</b> .....	88
<b>5.3 RECOMENDACIONES</b> .....	90
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	91

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Área de estudio: Laboratorio 1 - Mar Bravo, Provincia de Santa Elena.....	35
<b>Figura 2.</b> Área de estudio: Laboratorio 2 - Mar Bravo, Provincia de Santa Elena.....	36
<b>Figura 3.</b> Área de estudio: Laboratorio 3 - Mar Bravo, Provincia de Santa Elena.....	36
<b>Figura 4.</b> Resultados de pH de los diferentes puntos de análisis de la investigación .....	55
<b>Figura 5.</b> Resultados de Temperatura de los diferentes puntos de análisis de la investigación.....	55
<b>Figura 6.</b> Resultados de Turbidez de los diferentes puntos de análisis de la investigación.....	56
<b>Figura 7.</b> Resultados de DBO de los diferentes puntos de análisis de la investigación.....	57
<b>Figura 8.</b> Resultados de STD de los diferentes puntos de análisis de la investigación.....	58
<b>Figura 9.</b> Resultados de Nitrato de los diferentes puntos de análisis de la investigación.....	59
<b>Figura 10.</b> Resultados de Fosfato de los diferentes puntos de análisis de la investigación.....	60
<b>Figura 11.</b> Resultados de Oxígeno Disuelto de los diferentes puntos de análisis de la investigación.....	61
<b>Figura 12.</b> Resultados de Coliformes de los diferentes puntos de análisis de la investigación.....	62
<b>Figura 13.</b> Resultados de TCBS de los diferentes puntos de análisis de la investigación.....	63
<b>Figura 14.</b> Resultados en ANOVA para la estadística general de los parámetros en la investigación.....	65
<b>Figura 15.</b> Resultados de Vibronacea en el Laboratorio 1.....	66
<b>Figura 16.</b> Resultados de Enterobacterias en el Laboratorio 1.....	66
<b>Figura 17.</b> Resultados de Vibronacea en el Laboratorio 2.....	67
<b>Figura 18.</b> Resultados de Enterobacterias en el Laboratorio 2.....	68

<b>Figura 19.</b>	Resultados de Vibronacea en el Laboratorio 3.....	69
<b>Figura 20.</b>	Resultados de Enterobacterias en el Laboratorio 3.....	69
<b>Figura 21.</b>	Resultados de Vibronacea en la Muestra Compuesta de Mar.....	70
<b>Figura 22.</b>	Resultados de Enterobacterias en la Muestra Compuesta de Mar.....	71
<b>Gráfica 23.</b>	Resultados de Vibronacea en la Muestra Compuesta de Mar.....	72
<b>Figura 24.</b>	Resultados de Enterobacterias en la Muestra Compuesta del Canal.....	72
<b>Figura 25.</b>	Variación de valores ICA del Laboratorio 1.....	74
<b>Figura 26.</b>	Variación de valores ICA del Laboratorio 2.....	76
<b>Figura 27</b>	. Variación de valores ICA del Laboratorio 3.....	78
<b>Figura 28.</b>	Variación de valores ICA de la Muestra Compuesta del Mar.....	80
<b>Figura 29.</b>	Variación de valores ICA de la Muestra Compuesta del Canal.....	82
<b>Figura 30.</b>	Conteo de UFC de las placas en el contador de colonias.....	94
<b>Figura 31.</b>	Observación de colonias verdes, amarillas y negras en el agar TCBS.....	94
<b>Figura 32.</b>	Inoculación de la muestra de agua en el agar TCBS.....	94
<b>Figura 33.</b>	Placas listas para su incubación durante 24 horas.....	94
<b>Figura 34.</b>	Tiras de pH para su lectura en la colorimetría.....	95
<b>Figura 35.</b>	Tubos de ensayo para el Nitrato de las muestras de agua.....	95
<b>Figura 36.</b>	Barrido en la placa TCBS con las muestras de agua.....	95
<b>Figura 37.</b>	Recolección del efluente en el ducto del laboratorio 2.....	95

<b>Figura 38.</b> Pipeteo de la muestra de agua en los tubos para la prueba de nitrato.....	96
<b>Figura 39.</b> Recolección del efluente en el ducto del laboratorio 3.....	96
<b>Figura 40.</b> Inoculación de las muestras de agua en la placa de Coliformes.....	96
<b>Figura 41.</b> Coliformes listos para su incubación durante 24 horas.....	96
<b>Figura 42.</b> Lectura de nitrato en el equipo HANNA.....	97
<b>Figura 43.</b> Recolección del efluente del canal para la muestra compuesta.....	97
<b>Figura 44.</b> Rotulación de los tubos para su análisis.....	97
<b>Figura 45.</b> Placa de Coliforme para su lectura de colonias.....	97
<b>Figura 46.</b> Resultados de Fosfato en el laboratorio de análisis Nueva Gestión.....	98
<b>Figura 47.</b> Resultados de ICA en la página de Índice de calidad del agua para aguas superficiales.....	99
<b>Figura 48.</b> Tabla de límites de la descarga a un cuerpo marino dentro de las normativas del TULSMA 2017.....	100

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Límites de descarga a un cuerpo de agua marina establecido en el TULSMA.....	31
<b>Tabla2</b> Indicativos de contaminación dentro del TULSMA.....	32
<b>Tabla 3.</b> Cálculos de la calidad de agua .....	44
<b>Tabla 4</b> Rangos establecidos por el ICA.....	45
<b>Tabla 5</b> Estadística ANOVA de los parámetros ICA de los puntos de muestreo .....	56
<b>Tabla 6</b> Tabulación de resultados ICA del Laboratorio 1.....	64
<b>Tabla 7</b> Tabulación final del ICA del Laboratorio 1.....	64
<b>Tabla 9</b> Tabulación de resultados ICA del Laboratorio 2.....	66
<b>Tabla 10</b> Tabulación final del ICA del Laboratorio 2.....	66
<b>Tabla 11</b> Tabulación de resultados ICA del Laboratorio 3.....	69
<b>Tabla 12</b> Tabulación final del ICA del Laboratorio 2.....	69
<b>Tabla 13</b> Tabulación de resultados ICA de la Muestra Compuesta de Mar.....	71
<b>Tabla 14</b> Tabulación final del ICA de la Muestra Compuesta de Mar.....	71
<b>Tabla 15</b> Tabulación de resultados ICA de la Muestra Compuesta del Canal.....	73
<b>Tabla 16</b> Tabulación final del ICA de la Muestra Compuesta de Canal.....	73
<b>Tabla 17</b> Límites de descarga a un cuerpo marino dentro de las normativas del TULSMA 2017.....	74

## RESUMEN

Los cultivos larvarios son áreas donde se suministra alimento vivo para el desarrollo esencial de especies como *Litopennaeus vannamei* durante su cambio larval. Estos cultivos se llevan a cabo en los laboratorios de Mar Bravo, dedicados a su producción. Los efluentes generados son residuos orgánicos y nutrientes resultantes de la cría de organismos acuáticos en estos laboratorios. Se estudiaron los parámetros de afluentes y efluentes utilizando el método ICA para evaluar su impacto ambiental en la zona. El estudio se llevó a cabo en el ducto de los laboratorios en Mar Bravo, donde se seleccionaron cinco puntos: tres en la zona del laboratorio y dos puntos de referencia, uno en el canal de efluentes y otro en el afluente frente a los laboratorios. Se tomó una muestra compuesta como referencia ante la posible contaminación. El objetivo general fue determinar las características físico-químicas y microbiológicas de los afluentes y efluentes mediante el método ICA, comprobando el cumplimiento de las normativas ambientales. Se recolectaron cinco muestras de diferentes puntos para su análisis físico-químico y microbiológico, evaluando parámetros como Nitrato, TCBS y Coliformes Fecales en el laboratorio. Además, se realizaron análisis para parámetros como STD, Fosfato, DBO, Turbidez y OD. Los primeros análisis microbiológicos mostraron la presencia de Coliformes Totales, y los parámetros químicos (STD, DBO, Fosfato, Turbidez y OD) se multiplicaron con un factor de ponderación y el valor de calidad Q. La suma total arrojó valores entre 30 y 60, comparados con los rangos establecidos por el ICA, determinando que la calidad del agua del canal estaba en un estado malo y medio del rango de índices de calidad del agua. Al concluir la investigación, se confirmó el estado actual de la calidad del agua en los cinco puntos de muestreo, estableciendo que la hipótesis nula es correcta: los efluentes de los cultivos larvarios no presentan niveles de calidad de agua perjudiciales en la zona de Mar Bravo.

**Palabra clave:** Índice de Calidad de agua, Solidos Totales Disuelto, Coliformes Totales, Efluente y Afluente.

## ABSTRACT

The larval cultures are where the live food is provided with its essential development during its larval change as the species *Litopennaeus vannamei* in the laboratories of Mar Bravo that are dedicated to its production while its effluents are the organic residues and nutrients that are generated as a result of the breeding of the aquatic organisms of the culture laboratories. Its parameters were studied in tributaries and effluents with the ICA method with the purpose of its environmental impact within the zone. The study was carried out in the pipeline of the laboratories located in Mar Bravo where 5 points were selected in which 3 in the laboratory area and two points of reference to the effluent in the channel and the tributary located in front of the laboratories where a composite sample was taken as reference information, before a possible contamination considered as a general objective to determine the physical-chemical and microbiological characteristics of the effluents and effluents by the ICA method checking the environmental regulations. Five samples were collected at different points for physical-chemical and microbiological analysis, parameters such as nitrate, TCBS and fecal coliforms were performed in the laboratory and, in turn, analyses were made for parameters such as STD, phosphate, BOD, turbidity, and DO. The results obtained from the first analyses performed in microbiology showed the presence of Total Coliforms while in chemical parameters were developed in STD, BOD, Phosphate, Turbidity and DO were multiplied with the weighting factor and with the quality value Q, the total sum gave values between 30 to 60 when compared with the ranges established by the ICA, determined that the water quality of the canal was found in bad and medium state of the range of water quality indexes. Once the research was completed, the current state of water quality in the 5 sampling points was verified, and it was stipulated that the null hypothesis is correct in that the effluents of the larval cultures present water quality levels that are not harmful in the Mar Bravo area.

**Keyword:** Water Quality Index, Total Dissolved Solids, Total Coliforms, Effluent and Influent.

## GLOSARIO

**Antropogénicas.** - Son aquellas provocadas por los seres humanos que afectan el medio ambiente. Estos cambios ocurren en un entorno debido a la intervención directa del trabajo humano, en contraste con las alteraciones naturales que ocurren sin la influencia humana directa (FAO, 2022).

**Pseudomonas.** - Son bacterias aeróbicas y gramnegativas que pertenecen a la familia *Pseudomonaceae*. Tienen una forma que puede ser recta o ligeramente curvada, y son capaces de moverse gracias a flagelos, que pueden ser uno solo (monotricos) o varios (multitricos) (Prieto & Atencio, 2008).

**Escherichia.** - Es un tipo de bacteria que pertenece a la familia Enterobacteriaceae, caracterizada por ser gramnegativa, no formar esporas y tener la capacidad de vivir en ambientes con o sin oxígeno (FAO, 2022).

**Aerobacter.** - Las bacterias aerobias son microorganismos que dependen del oxígeno para llevar a cabo sus funciones metabólicas (NLM, 2021).

**Bacillus.** - Es un tipo de bacterias con forma alargada, de tipo grampositivas, que se encuentran comúnmente en el suelo y el agua (CUN, 2023).

**Mitigación.** - Es uno de los enfoques dentro de la gestión de desastres. La mitigación implica tomar acciones preventivas cuando se identifica el inicio de un evento catastrófico, como por ejemplo una hambruna, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad y minimizar el impacto del desastre (Drut, 2020).

**Bioindicación.** - La bioindicación es un método de evaluación ambiental que ha ganado aceptación como una forma de detectar y monitorear la toxicidad en diferentes ecosistemas. Durante las últimas dos décadas, se han implementado varios métodos de bioindicación para evaluar la salud ambiental del aire, suelo y agua en diversos entornos (Prieto A., 2004).

**Bioindicador.** - Los indicadores biológicos son características de los sistemas biológicos que se utilizan para entender aspectos de su entorno. Inicialmente, se emplearon especies o grupos de especies como indicadores, pero con el tiempo se empezaron a usar también

atributos que corresponden. Esta ampliación resultó especialmente útil en investigaciones sobre contaminación (Pondo & Gardey, 2023).

**Degradación Ambiental.** - La degradación ambiental es un proceso que resulta En la degradación de recursos naturales. La polución generada por acciones humanas, la explotación excesiva y el cambio climático causas principales de este fenómeno (FAO, 2022).

La bioindicación es una técnica que emplea organismos vivos, tanto animales como vegetales, para evaluar y gestionar la contaminación en un entorno específico. Los indicadores biológicos responden de manera específica ante ciertos agentes contaminantes, proporcionando información detallada que los científicos utilizan para identificar el tipo de contaminante y su nivel de toxicidad (Prieto A., 2004).

## ABREVIATURAS

<b>DBO</b>	Demanda Biológica de Oxígeno.
<b>ICA</b>	Índice de Calidad de Agua.
<b>NO3</b>	Nitrato.
<b>OD</b>	Oxígeno disuelto.
<b>pH</b>	Potencial de Hidrógeno.
<b>SDT</b>	Sólidos Disueltos Totales.
<b>TULSMA</b>	Texto Unificado de Legislación Secundaria y Medio Ambiente.
<b>UFC</b>	Unidad Formadora de Colonia.
<b>CAN</b>	Comunidad Andina.
<b>USEPA</b>	United States Environmental Protection Agency.
<b>UWQI</b>	Índice Universal de la Calidad del Agua.
<b>CAN</b>	Comunidad Andina de Naciones.
<b>NSF</b>	The National Sanitation Foundation.
<b>NTE</b>	Norma Técnica Ecuatoriana.
<b>NTU</b>	Unidades Nefelométricas de Turbidez
<b>P</b>	Fósforo Total.
<b>Mg/l</b>	Miligramos por litro.
<b>NMP/100 ml</b>	Número más probable por 100 ml.

# CAPITULO I

## INTRODUCCIÓN

La acuicultura implica el cultivo, cría y recolección de peces, mariscos, algas y otros organismos en diversos ambientes acuáticos. Además de la producción de alimentos y productos comerciales, también se utilizan técnicas similares en contextos no comerciales para la restauración de hábitats, el repoblamiento de especies silvestres y la recuperación de poblaciones amenazadas y en peligro de extinción. Este campo se clasifica generalmente en tres categorías principales: agua dulce, marina y salobre (FAO, 2020).

En Ecuador, la acuicultura es el segundo sector más importante en términos de exportaciones, después del petróleo, lo que subraya su significativa contribución a la economía nacional. Dentro del sector acuícola, la camaronicultura ocupa una posición dominante, representando aproximadamente el 90% de la producción total. La producción de camarones comenzó a aumentar significativamente a partir de finales de la década de 1960 y ha mantenido un crecimiento constante desde entonces. A pesar de enfrentar desafíos como los brotes del Virus de la Mancha Blanca a finales del siglo pasado, esta industria ha mostrado una notable resiliencia (Sáenz, 2020).

La cría comercial del camarón *Litopenaeus vannamei* se fundamenta en asegurar un adecuado desarrollo durante su fase larvaria. Este proceso comienza con la crianza de las larvas, que atraviesan diversas etapas como nauplios, protozoeas, mysis y postlarvas. Cada una de estas etapas requiere la implementación de un sistema aseado, confiable y sostenible (Delgado, 2019). Es crucial seguir protocolos estandarizados que garanticen condiciones óptimas de temperatura, salinidad y pH para cada etapa de desarrollo larvario, además de gestionar correctamente las pautas de alimentación para asegurar una nutrición adecuada (Roca, 2022).

Los efluentes son aguas residuales que provienen de alcantarillas o desagües industriales y que se vierten directamente en cuerpos de agua superficiales, ya sea sin haber recibido tratamiento o después de haber pasado por una planta de tratamiento. Este término puede variar ligeramente su significado dependiendo del contexto y puede contener diferentes tipos de contaminantes según su origen (Tuser, 2021).

Los efluentes son los desechos líquidos que provienen de los laboratorios hacia un canal ubicado en la zona posterior de Mar Bravo. Posteriormente, se mezclan con las aguas

provenientes de las piscinas de sal a través de otro canal, y finalmente son bombeadas periódicamente por una estación de bombeo de la empresa AGUAPEN, situada detrás del Aeropuerto Internacional de Salinas, para ser vertidas directamente al mar (Burton, 2020). En el extremo opuesto del canal, estas aguas fluyen hacia la playa de Punta Carnero en el sector La Diablica. Esta actividad podría estar afectando a los organismos acuáticos que habitan esta parte del océano y la salud de las personas que se bañan o participan en actividades recreativas en estos lugares (Burton, 2020).

Los efluentes son líquidos residuales que pueden incluir materia orgánica, nutrientes, sustancias químicas nocivas y otros contaminantes que podrían causar daños a la salud humana y al ecosistema marino (Yates, 2022). Por ello, es crucial implementar prácticas adecuadas de gestión en la acuicultura y realizar monitoreos regulares de la calidad del agua de los efluentes, con el fin de reducir al mínimo cualquier posible impacto ambiental y proteger la diversidad biológica marina (Soto, 2021). Además, en cada país o región existen normativas específicas que definen los estándares de calidad del agua aceptables en los efluentes y establecen límites para su descarga (Bermudez, 2020).

Brown et al. (2019) desarrollaron una técnica para evaluar la calidad del agua, diseñando un índice que detecta específicamente los químicos más contaminantes, con el objetivo de entender mejor los impactos negativos de la contaminación en la salud humana y la vida acuática. Por otro lado, los métodos biológicos han demostrado ser eficaces para evaluar la calidad del agua, y su uso se ha convertido en un procedimiento estándar implementado en numerosos países (Laws, 2019).

## JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, se estudia la contaminación del agua debido a las actividades humanas que provocan cambios en su calidad. Durante las descargas de agua, se pueden encontrar nutrientes, materia orgánica y sólidos en suspensión, los cuales pueden afectar negativamente la calidad de los cuerpos receptores. El aumento de estos contaminantes en los afluentes de los laboratorios puede tener efectos adversos. Sin embargo, cuando se manejan adecuadamente las condiciones de calidad del agua, los impactos negativos son mínimos (Rodríguez, 2020).

En los procedimientos de gestión de laboratorios, desde la siembra inicial hasta la cosecha de postlarvas, no se ha tomado en cuenta por parte de los propietarios o gerentes de producción el impacto ambiental potencial que podría estar causando la descarga directa y no tratada de las aguas utilizadas en la mayoría de los criaderos, como resultado de las actividades diarias. Este estudio tiene como objetivo analizar las cargas bacterianas y biológicas presentes en el agua, proporcionando así información relevante sobre el estado actual de la zona costera de Mar Bravo (Rodríguez, 2020).

La evaluación de la calidad del agua ha llevado al desarrollo de diversos índices que buscan ofrecer una medida numérica de la calidad del agua en términos de sus características químicas, físicas y biológicas, así como su adecuación para diversos fines.

El Índice de Calidad del Agua (ICA) se utiliza como una herramienta esencial para proporcionar datos sobre el nivel de contaminación del agua. Según Hernández & Solano (2019), el ICA emplea una fórmula matemática que combina información de parámetros químicos, físicos y biológicos con el fin de evaluar la condición del agua (Castro, 2019).

Con los resultados obtenidos, se podrán realizar estudios para implementar correcciones adecuadas en los efluentes o tomar medidas de mitigación de impactos. Esto asegura que las aguas, que finalmente desembocan en las costas de Mar Bravo en un extremo, y en Punta Carnero en el otro, no afecten a la vida marina que habita en estos ecosistemas. Se busca minimizar cualquier efecto adverso que pueda surgir debido a la mezcla de aguas residuales con las aguas del océano y, por ende, preservar la biodiversidad (Castro, 2019).

## **OBJETIVO GENERAL:**

- Determinar las características químicas - físicas y microbiológicas de los afluentes y efluentes mediante el método ICA comprobando con las normativas ambientales.

## **OBJETIVO ESPECÍFICOS:**

- Evaluar los parámetros físicos – químicos y microbiológicos con muestras de afluentes y efluentes de los cultivos larvarios.
- Identificar las poblaciones de *Vibrionaceae* y *Enterobacterias* mediante la microbiología.
- Comparar los resultados de afluentes y efluentes de la zona de estudio utilizando pruebas estadísticas ICA.
- Relacionar los resultados del estudio con las normativas ambientales del Ecuador comprobando su impacto en las aguas residuales.

## **HIPÓTESIS:**

**H0:** Los efluentes de los laboratorios de producción de camarón presentan niveles de calidad de agua que no son perjudiciales en la zona de Mar Bravo.

**H1:** Los efluentes de los laboratorios de producción de camarón presentan niveles de calidad de agua que si son perjudiciales en la zona de Mar Bravo.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

En el cultivo de camarones, mantener una buena calidad del agua es crucial para asegurar un producto de alta calidad y evitar gastos innecesarios. Es importante controlar parámetros como el pH, la temperatura y la concentración de minerales, manteniéndolos en niveles adecuados y estables para la especie en cuestión. Esto ayuda a reducir el estrés de los camarones y a promover su crecimiento, lo que a su vez aumenta la rentabilidad del proceso productivo (Hidalgo, 2020).

Según Menéndez (2020), la calidad del agua involucra su estado físico, químico y biológico, y es esencial para la salud, supervivencia y crecimiento de los organismos acuáticos. Además, determina su productividad. En la acuicultura, es crucial mantener una buena calidad del agua y utilizarla de manera eficiente para asegurar un crecimiento saludable y sostenible de los organismos cultivados. La gestión responsable en este campo debe tener en cuenta factores como la calidad del agua, la alimentación y la salud de los organismos acuáticos.

#### **2.1 Calidad de agua**

La calidad del agua es crucial para la existencia de todos los seres vivos. Barrenechea (2017) menciona que su importancia es universal cuando se relaciona con el uso del recurso. Se considera una variable de calidad del agua a cualquier característica que influya en el comportamiento, reproducción, desarrollo, producción por unidad de área, capacidad de crecimiento, producción primaria y gestión de especies acuáticas (Rodríguez & Anzola, 2016).

De acuerdo con Guzmán (2019), los cultivos de camarón influyen directamente en la calidad del agua de los estanques. Por ello, es esencial contar con un sistema de monitoreo diario de los parámetros físicos y químicos del agua. Este control permite anticipar y corregir posibles problemas de calidad del agua, asegurando así condiciones óptimas para el cultivo.

Según Rojas y Cabanillas (2020), el monitoreo de la calidad del agua en el cultivo de camarón comienza con la elección de lugares adecuados para medir los parámetros físicos y químicos.

En conclusión, vigilar y controlar los parámetros de calidad del agua es crucial en el cultivo de camarón. Factores clave como la temperatura, el pH, la salinidad, el oxígeno disuelto, los nutrientes, los contaminantes y los patógenos deben ser evaluados continuamente para asegurar un cultivo sano y sostenible (Muñoz, 2022).

## **2.2 Problemática de la Calidad del Agua en la Acuicultura**

El problema ambiental más significativo relacionado con la acuicultura es la contaminación del agua (Fao, 2020). Las granjas acuícolas generan una gran cantidad de desechos, como excrementos de peces, alimentos no consumidos y productos químicos. Si estos no se manejan correctamente, pueden causar daños al ecosistema (Sanchez, 2019).

El agua no solo es el entorno donde viven los organismos cultivados, sino que es esencial para su vida y desarrollo. Por lo tanto, es crucial gestionar la calidad del agua para asegurar la salud y el bienestar de las especies acuáticas (Jimenez, 2020).

La calidad del agua puede medirse a través de diversos parámetros, como la temperatura, el pH, la cantidad de oxígeno disuelto, la salinidad, los nutrientes y la materia orgánica. Además, la presencia de contaminantes químicos y biológicos puede afectar seriamente la calidad del agua y poner en peligro la salud de los organismos (Suarez, 2020).

### **2.3 Bacterias en el Agua**

El agua potable puede contener diversas bacterias, algunas de las cuales pueden ser perjudiciales para nuestra salud. Las más comunes y peligrosas incluyen *Legionella*, *Vibrio cholerae* y *Yersinia enterocolitica*. Otras bacterias, como la salmonela y *Escherichia coli*, también pueden ser patógenas y provocar enfermedades (Davis, 2019).

Las bacterias en el agua dentro de la acuicultura son fundamental pues previene la acumulación de grandes porciones de materia orgánica (principalmente fitoplancton muerto) en el fondo de los estanques y recicla los nutrientes juntos a la materia orgánica (Pedregarl,2019).

Por tanto, es crucial conocer las bacterias más comunes en el agua y su prevalencia para prevenir la presencia de patógenos. Dado que el agua potable contiene millones de bacterias, es necesario realizar un control meticuloso (Cantueña, 2020).

### **2.4 Índices de Calidad de Agua**

Horton y Liedman desarrollaron una metodología estandarizada para calcular el Índice de Calidad del Agua (ICA), la cual fue adoptada por las entidades encargadas de supervisar la calidad del agua en los años 70. En ese periodo, el ICA se volvió crucial para evaluar el recurso hídrico (Boyacioglu, 2017).

Según Fernández y Solano (2005), existen aproximadamente 30 índices de calidad de agua, algunos de uso frecuente que varían en su número de variables, desde 3 hasta 72

(Fernandez, 2020). La mayoría de estos índices consideran al menos tres de los siguientes parámetros: oxígeno disuelto, demanda biológica de oxígeno (DBO) o demanda química de oxígeno (DQO), nitrógeno amoniacal, nitratos ( $\text{NH}_4\text{-N}$  y  $\text{NO}_3\text{-N}$ ), fósforo como ortofosfato ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ), pH y sólidos totales (ST) (Fernandez, 2020).

El agua es un recurso vital que requiere atención especial de los gestores del agua debido a su importancia fundamental para la preservación de la vida. Según Castro et al. (2014), la calidad del agua se evalúa mediante diversos parámetros que determinan sus características naturales y la clasifican para usos específicos (Guzman, 2019). El Índice de Calidad del Agua (ICA) indica el nivel de contaminación de un cuerpo de agua en el momento del muestreo, expresado como un porcentaje de agua pura; un valor cercano al 0% indica alta contaminación, alrededor del 50% indica una condición buena y cerca del 100% indica una calidad excelente del agua (Guillén et al., 2016).

El Índice de Calidad del Agua (ICA) es esencial para comunicar información científica sobre los diversos parámetros de calidad del agua. Este índice permite transformar grandes volúmenes de datos en una escala de medición única, facilitando análisis generales en distintos niveles para evaluar la vulnerabilidad de un cuerpo de agua ante posibles amenazas (Soni & Tomas, 2024).

En 2004, los países miembros de la Comunidad Andina (CAN) diseñaron un sistema para medir la calidad de los recursos acuáticos, considerando variables e indicadores específicos para aguas superficiales, subterráneas y costeras. El propósito era desarrollar un software adecuado para los estados de la CAN (OEA, 2024).

En el Golfo de Guayaquil, las granjas de camarones están liberando aguas residuales que contienen antibióticos, productos químicos y desechos, contribuyendo así a la contaminación del agua. Estas descargas incluyen aguas industriales y residuos

químicos que, junto con los antibióticos, están afectando negativamente el golfo y eventualmente afectan al océano Pacífico, poniendo en peligro tanto el agua como la vida marina y los organismos acuáticos (Rosero, 2022).

Las descargas de las plantas procesadoras de pescado en Posorja, Chanduy, Monteverde y Manta, así como de los laboratorios de cría de larvas de camarón en San Pablo, San Vicente-Canoa y Atacames, están afectando la calidad del agua, algunas veces cerca de playas populares (Montaño y Robadue, 2019).

Hoy en día, la metodología para evaluar la calidad del agua de un cuerpo varía según cómo se calcula y qué parámetros se consideran al desarrollar el índice correspondiente (Muñoz,2022).

## **2.5 Descripción de los 9 parámetros utilizados en el ICA**

Este índice ha sido aplicado en diversas metodologías desde su diseño inicial en la década de 1970 (Romero, 2022) identifica nueve parámetros cruciales para la evaluación:

- Oxígeno disuelto (OD)
- Coliformes fecales
- pH
- Demanda biológica de oxígeno (DBO)
- Temperatura
- Fosfato Total
- Nitratos
- Turbidez
- Sólidos Disueltos

## **2.6 Oxígeno Disuelto.**

Según Mayiri, Romero y Espinoza (2020), el oxígeno disuelto (OD) se refiere a la cantidad de oxígeno gaseoso presente en el agua. Esta concentración resulta de la entrada de oxígeno al sistema y su consumo por parte de los organismos vivos, siendo crucial para la vida acuática y los ecosistemas con componentes bióticos (Carranza, 2020). En la acuicultura, especialmente en los cultivos de camarones, la baja solubilidad de oxígeno afecta negativamente el crecimiento y la salud de los organismos (Carrillo, 2013). La disponibilidad de OD depende de la respiración en el fondo del estanque, del fitoplancton y de la actividad del cultivo (Beltrán, Ramírez y Sánchez, 2012).

La temperatura juega un papel crucial debido a su impacto en la solubilidad del oxígeno: a temperaturas más altas, el agua puede retener menos oxígeno disuelto. Además, la presencia de contaminación conlleva una alta concentración de microorganismos y materia orgánica, lo que reduce aún más el oxígeno disuelto. Los organismos en los estanques de cultivo se vuelven vulnerables a enfermedades, parásitos e incluso la muerte cuando la concentración de oxígeno es insuficiente. Además, se ha observado que niveles bajos de oxígeno afectan la capacidad de los organismos para aceptar alimentos, impactando negativamente la eficiencia de conversión alimenticia y el crecimiento (Balnova, 2014).

## **2.7 Coliformes Fecales**

Los coliformes fecales son un grupo de bacterias facultativamente anaeróbicas, en forma de bastón, gramnegativas y no esporulantes (Orozco, Muñoz, Delgadillo, & Segovia, 2021). Aunque típicamente los organismos que resultan positivos en la prueba de coliformes fecales pueden originarse también de aguas contaminadas, efluentes industriales, material vegetal en descomposición y suelo. Por lo tanto, el término "coliformes fecales" podría no ser completamente preciso, dado que las bacterias coliformes pueden estar presentes en aguas contaminadas, aguas residuales, desechos en descomposición u otros entornos similares (Fernández, 2017).

Estas bacterias son más frecuentes en la superficie del agua o en los sedimentos del fondo (Munn, 2024). La contaminación por coliformes fecales representa el principal riesgo sanitario en el agua, debido a la presencia de microorganismos patógenos puede ocasionar enfermedades en los organismos (Garay et al., 2022).

## **2.8 pH (Potencial de Hidrógeno)**

El pH es un parámetro crucial en la calidad del agua porque indica si esta es ácida o básica. Un pH de 7 se considera neutro, lo que significa que no es ni ácido ni básico. El agua se vuelve ácida cuando su pH es inferior a 7 y básica cuando los niveles de pH superiores a 7, según Paredes y Rodríguez (2020), pueden afectar negativamente el equilibrio ecológico del cultivo. (FAO, 2011). El pH del agua en los estanques es un indicador de su fertilidad o capacidad productiva potencial; típicamente, un pH entre 7,5 y 9,0 se considera adecuado para la producción de larvas de camarón (Balnova, 2014). Si el pH cae por debajo de 5,0, el crecimiento de estos organismos puede verse afectado negativamente (Miranda, Valles, Sánchez, & Álvarez, 2010).

Se considera que el pH está dentro de un rango óptimo cuando se encuentra entre 6 y 9. Valores de pH de 5 no han demostrado ser perjudiciales para los camarones. Sin embargo, variaciones significativas hacia arriba o hacia abajo en los niveles de pH pueden tener consecuencias graves para el equilibrio de los tanques de camarones (FAO, 2011).

## **2.9 Demanda Biológica de Oxígeno (D.B.O)**

La concentración de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua se relaciona con la cantidad de oxígeno disponible disuelto los microorganismos consumen al descomponer las sustancias orgánicas presentes en la muestra. Estos microorganismos pueden incluir bacterias como *Pseudomonas*, *Escherichia*, *Aerobacter* y *Bacillus*, así como hongos y plancton (Ingle, Villareal, & Arredondo, 2003).

Los tanques utilizados para el cultivo larvario tienen niveles de oxígeno disuelto que oscilan entre 5 y 10 mg/L. A medida que aumenta la cantidad de materia orgánica en el agua, también aumenta la DBO. Cuando la DBO supera los 20 mg/L, existe un riesgo de agotamiento de oxígeno en el agua (Rosero, 2019).

Este parámetro no se emplea frecuentemente en la gestión de los tanques de cultivo, pero es crucial para evaluar la contaminación de los efluentes de las piscinas. Debido a sus efectos significativos, se ha convertido en un tema de relevancia, por lo que es fundamental que los acuicultores comprendan la DBO para lograr una producción eficiente (Brañez, 2013).

## **2.10 Temperatura**

Este aspecto físico es fundamental en el agua de los estanques de cultivo, ya que influye en la absorción de oxígeno, la actividad biológica, la acumulación de residuos, la formación de sustancias sólidas, y varios fenómenos como la combinación de sustancias, el asentamiento, la agrupación de partículas y la separación mediante filtros (Ulloa, 2020).

En la acuicultura, tanto en el cultivo de especies marinas como de agua dulce, la temperatura del agua se destaca como un factor clave. Esto es crucial tanto en entornos de cultivo controlados como en ecosistemas naturales y artificiales. La regulación térmica facilita el crecimiento de las especies y contribuye a controlar la proliferación de bacterias (Bermudez, 2020).

## **2.11 Fosfato**

El fósforo, junto con el nitrógeno, juega un papel crucial en el enriquecimiento de lagos y otros cuerpos de agua (UNEP, 2020). Estos nutrientes son fundamentales en los estanques, ya que su concentración afecta directamente el crecimiento óptimo del fitoplancton. Cuando hay déficit de fósforo y nitrógeno, el fitoplancton es escaso y el agua permanece clara, resultando en una falta de alimento para los organismos (IDEAM, 2019).

Por otro lado, un exceso de estos nutrientes provoca una proliferación excesiva de fitoplancton, lo cual puede agotar el oxígeno disuelto durante la noche (IDEAM, 2019). El fósforo ingresa a los estanques en forma de fosfato inorgánico disuelto y materia orgánica (Hernández, 2017), y su aplicación continua es necesaria para mantener los niveles adecuados de fitoplancton (Yossa et al., 2024). Sin embargo, un exceso de alimentación puede conducir a una acumulación excesiva de fósforo en el cultivo y un crecimiento descontrolado del fitoplancton (García et al., 2018).

## **2.12 Nitrato**

El nitrito actúa como un paso intermedio en el proceso bacteriano de nitrificación del amoníaco hacia el nitrato. Su toxicidad varía según la concentración en el entorno y la fase de desarrollo del organismo, desde larvas hasta adultos (Martins et al., 2017). Debido a su capacidad para disolverse, los nitratos pueden desplazarse ampliamente en el subsuelo, particularmente en sedimentos muy permeables o rocas fracturadas (Frías & Páez, 2023).

En los estanques, el agua que ingresa contiene amonio, nitrato y nitrógeno orgánico. El nitrato constituye la principal forma de nitrógeno disponible para las plantas, mientras que el nitrógeno contenido en la materia orgánica se convierte en amonio mediante la acción de bacterias durante la descomposición (Bravo & Mieles, 2018).

## **2.13 Turbidez**

Según Briones et al. (2017), la turbidez se describe como la falta de transparencia del agua debido a la existencia de materiales orgánicos o minerales determina esta condición. La severidad de este fenómeno está vinculada a la cantidad y características de las partículas suspendidas. La aparición de turbidez en los estanques dificulta que los organismos capturen su alimento, ya que este tiende a depositarse en el fondo del estanque, lo que puede llevar a una disminución del oxígeno disuelto. Para medir la turbidez se utiliza el disco Secchi (Mayer, 2022).

La turbidez causada por partículas suspendidas de arcilla, que actúan como filtros de los rayos solares, afecta la producción de oxígeno y la productividad primaria de los estanques, afectando así la actividad fotosintética del fitoplancton. Hay una relación directa entre la cantidad de plancton y la visibilidad del disco; a medida que aumenta el plancton, la visibilidad disminuye (Jara, 2016). Por lo tanto, es crucial verificar que la

turbidez sea causada por el fitoplancton y no por otros materiales suspendidos como sedimentos, arcilla o detritus en el agua (Rojas et al., 2019).

La turbidez afecta la capacidad de los camarones para alimentarse, ya que dificulta la captura del alimento, haciendo que este se deposite en el fondo del tanque. Esto conduce a un aumento en la descomposición de la materia orgánica, lo cual reduce los niveles de oxígeno disuelto en el agua (Limsuwan, 2021).

## **2.14 Sólidos Totales Disueltos**

Según Jimeno (2019), los sólidos totales en el agua son los residuos secos de los materiales disueltos que el agua contiene al momento de tomar la muestra para análisis, como partículas de arcilla, limo y otros elementos transportados por el agua, ya sea en suspensión estable o arrastrados por el movimiento del agua.

En la larvicultura, los sólidos disueltos son coloides derivados de la descomposición de alimentos y polvo. En el caso de los camarones, estos pueden ocasionar daños en las branquias y también reducir la visibilidad, lo cual afecta el comportamiento alimentario de la especie (Quirola, 2021).

## **2.15 TCBS**

Según Gil (2023), el agar TCBS es un medio de cultivo sólido muy selectivo y diferencial, empleado para separar y cultivar bacterias del género *Vibrio*, incluyendo *Vibrio cholerae*, *V. vulnificus* y *V. parahaemolyticus*, que son los principales patógenos de este grupo bacteriano.

Las siglas TCBS corresponden a Tiosulfato Citrato Bilis Sacarosa. Este medio agar también es conocido como un medio específico para el cultivo de *Vibrio*. La composición original fue creada por Nakanishi y posteriormente ajustada por Kobayashi (Gil, 2023).

Contiene extracto de levadura, peptona de carne, triptona, citrato de sodio, tiosulfato de sodio, bilis de buey, sacarosa, cloruro de sodio, citrato férrico, azul de bromotimol, azul de timol y agar como componentes principales. (Gil, 2023).

Este medio facilita el crecimiento adecuado de las especies de *Vibrio* cuando se utilizan muestras de agua, alimentos y heces, con la excepción de *Vibrio hollisae*, que no se desarrolla en este medio. Además, el agar TCBS tiene la capacidad de evitar que otras bacterias acompañantes crezcan, especialmente los coliformes (Gil, 2023).

## **2.16 Legislación ecuatoriana**

### **2.16.1 Constitución de la Republica del Ecuador 2008**

El artículo 14 de la Constitución de la República establece el derecho de la población a habitar en un entorno saludable y equilibrado ecológicamente, que asegure la sostenibilidad y el bienestar ("sumak kawsay"), y declara de interés público la protección del medio ambiente, la conservación de los ecosistemas, la diversidad biológica y la integridad del patrimonio genético nacional. También enfatiza la importancia de prevenir daños ambientales y restaurar áreas naturales que han sido degradadas (Constitución, 2008).

El numeral 4 del artículo 276 de la Constitución establece que el régimen de desarrollo tiene entre sus objetivos la recuperación y conservación de la naturaleza, así como el mantenimiento de un ambiente saludable y sostenible. Este ambiente debe garantizar a las personas y comunidades un acceso equitativo y continuo a recursos de calidad como el agua, el aire, el suelo, y los beneficios derivados de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural.

Además, cualquier actividad que conlleve riesgo ambiental debe obtener una Licencia Ambiental, la cual es otorgada por el Ministerio del Ambiente según lo estipulado en el artículo 20 de la Ley de Gestión Ambiental (Constitución, 2008).

## 2.17 El texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria en su Libro VI Anexo I.

En el artículo 4.2.3.8 se establece que toda liberación de agua hacia un cuerpo de agua marina debe cumplir como mínimo con los parámetros descritos en la Tabla 13 del anexo 1 del TULSMA (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Límites de descarga a un cuerpo de agua marina establecido en el TULSMA.*

TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA MARINA				
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	
			(A) DESCARGAS EN ZONA DE ROMPIENTES	(B) DESCARGAS MEDIANTE EMISARIOS SUBMARINOS
Aceites y Grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0	30,0
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5
Aluminio	Al	mg/l	5,0	5,0
Cianuro total	CN-	mg/l	0,2	0,2
Cinc	Zn	mg/l	10,0	10,0
Cobre	Cu	mg/l	1,0	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000	2000
Color	Color verdadero	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20	* Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200,0	400
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400,0	600
Hidrocarburos Totales de Petróleo.	TPH	mg/l	20,0	20,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01
Nitrógeno Total kjedahl	N	mg/l	40,0	40,0
Potencial de hidrógeno	pH		6-9	6-9
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	250,0	250,0
Sulfuros	S		0,5	0,5
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	µg/l	50,0	50,0
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	µg/l	100,0	100,0
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25
Temperatura	oC		< 35	< 35
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5

\* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

Nota. [límites con sus parámetros correspondientes para la descarga de un cuerpo de agua marina.]

En el Artículo 4.2.3.9 del TULSMA se prohíbe el vertido de efluentes en cuerpos de agua que están gravemente contaminados, lo cual se refiere a cuerpos de agua con capacidad de dilución o carga mínima o casi nula. El Organismo Ambiental de Control puede aplicar uno de los siguientes criterios:

- A. Descargas a otro cuerpo de agua.
- B. obligación de tratamiento hasta que la carga contaminante sea menor o igual a 1,5 del factor de contaminación de la tabla 14 del anexo 1 del TULSMA.

## Tabla2

*Indicativos de contaminación dentro del TULSMA.*

<b>Tabla 3.- Tabla 14 Factores indicativos de contaminación</b>		
<b>Factor de contaminación (Concentración presente/ valor de fondo)</b>	<b>Grado de perturbación.</b>	<b>Denominación</b>
< 1,5	0	Cero o perturbación insignificante
1,5 – 3,0	1	Perturbación evidente.
3,0 – 10,0	2	Perturbación severa.
> 10,0	3	Perturbación muy severa.

Nota. [tabla de factores establecidos en el TULSMA de los indicativos de contaminación].

El artículo 4.2.3.10 establece que, para casos específicos de parámetros, la Entidad Ambiental y de Control aplicará criterios de evaluación como punto de referencia para determinar los efectos.

Cuando una concentración supera tres veces el valor de fondo del agua, se identifica como una contaminación que requiere vigilancia rigurosa por parte de la Entidad Ambiental de Control, según se especifica en la tabla 14 del anexo 1 del TULSMA (tabla 3) (Constitución, 2008).

Si la concentración actual es inferior a tres veces el valor de fondo, la Entidad Ambiental de Control tomará medidas inmediatas y requerirá que el regulado reduzca la concentración a un nivel igual o menor a 1,5 veces el valor de fondo.

Los valores y concentraciones de los parámetros establecidos en esta Norma Oficial Ecuatoriana deben ser evaluados utilizando los métodos descritos en el manual "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater", en su edición más reciente. Además, se deben tener en cuenta las normativas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN).

## **2.18 Institución Ecuatoriano de Normalización "Norma técnica ecuatoriana"**

El Artículo 0.1 de las normas propuestas establece que, entre las tres normas NTE INEN 2 176 y 2 169, esta primera se enfoca en las técnicas de muestreo, así como en el manejo y conservación de muestras.

Plantean tres objetivos principales:

- a) Control de calidad utilizada por el representante de la planta, para resolver rápidamente la corrección de los procesos, cuando sea necesario.
- b) Controles de la caracterización de calidad utilizada para demostrar calidad, e inclusive trabajar en un plan de investigación, con fines de control o para demostrar tendencias a largo plazo.
- c) Identificar contaminación desde sus fuentes.

## CAPITULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Área de estudio

##### 3.1.1 Ubicación

Se tomaron de referencia para esta investigación los siguientes laboratorios de larva que se encuentran ubicado en la Vía Mar Bravo, Salinas – Ecuador, donde la distancia de estos 3 laboratorios se ha considerado convenientes para el momento que se realizara las muestras en estos diferentes puntos.

##### 3.1.2 Sitio de Experimentación

Para los siguientes sitios que se tomaran las respectivas muestras son en 3 Laboratorios de Larva para la experimentación de los cuales se representa mediante las siguientes imágenes obtenidas de Google Earth 2024 para tener en cuenta su ubicación respectiva para la investigación (Figura 1).

#### Figura1

*Área de estudio: Laboratorio 1 - Mar Bravo, Provincia de Santa Elena.*



Nota. La figura fue obtenida de Google Earth.

## Figura 2

*Área de estudio: Laboratorio 2 - Mar Bravo, Provincia de Santa Elena.*



Nota. La figura fue obtenida de Google Earth.

## Figura 3

*Área de estudio: Laboratorio 3 - Mar Bravo, Provincia de Santa Elena.*



Nota. La figura fue obtenida de Google Earth.

## **3.2 Diseño Experimental**

### **3.2.1 FASE DE CAMPO**

Para la realización de los análisis de calidad del agua, fueron escogidos 3 puntos de laboratorios referenciales: Laboratorio 1, Laboratorio 2 y Laboratorio 3. Para los análisis los efluentes, las muestras fueron tomadas en el ducto de los laboratorios mencionados, agregando 2 muestras, 1 es una muestra compuesta de afluente y el otro es del canal que pasa atrás de los laboratorios (Muñoz,2022).

Se tomó en consideración los estadios larvarios para de esta manera saber el tamaño del laboratorio, la densidad y el volumen de los tanques en los cuales se realizó los cultivos de larva para así poder demostrar una diferencia al momento que estos laboratorios fueron evaluados el efluente del ducto y al canal.

En cuanto a la fase de toma de muestra de los afluentes, se tomó en consideración la información acerca de la tabla de oleajes, para de esta manera poder realizar la toma de muestra compuesta en los diferentes puntos indicados dentro del área de estudio y su vez los efluentes se tomaron muestra a partir del análisis in situ con el equipo respectivo para la toma de muestras de parámetros como lo son temperatura y pH (Muñoz,2022).

### **3.2.2 pH (Potencial de Hidrógeno).**

Para la obtención del pH se realizó de la siguiente metodología donde se sumergir la tira reactiva de pH durante dos segundos en las muestras de afluentes y efluentes que se quiere medir , se espera diez segundos y como la tira entra en contacto con una sustancia ácida o alcalina, la tira se decolora y cuanto más ácido es el tejido, más roja se vuelve la tira, y cuanto más alcalino es el tejido, más azul se vuelve la tira después se utiliza la

escala de indicadores con los diferentes colores de la caja suministrada y por último se determina cuán ácido o alcalino es el líquido que has medido (Muñoz,2022).

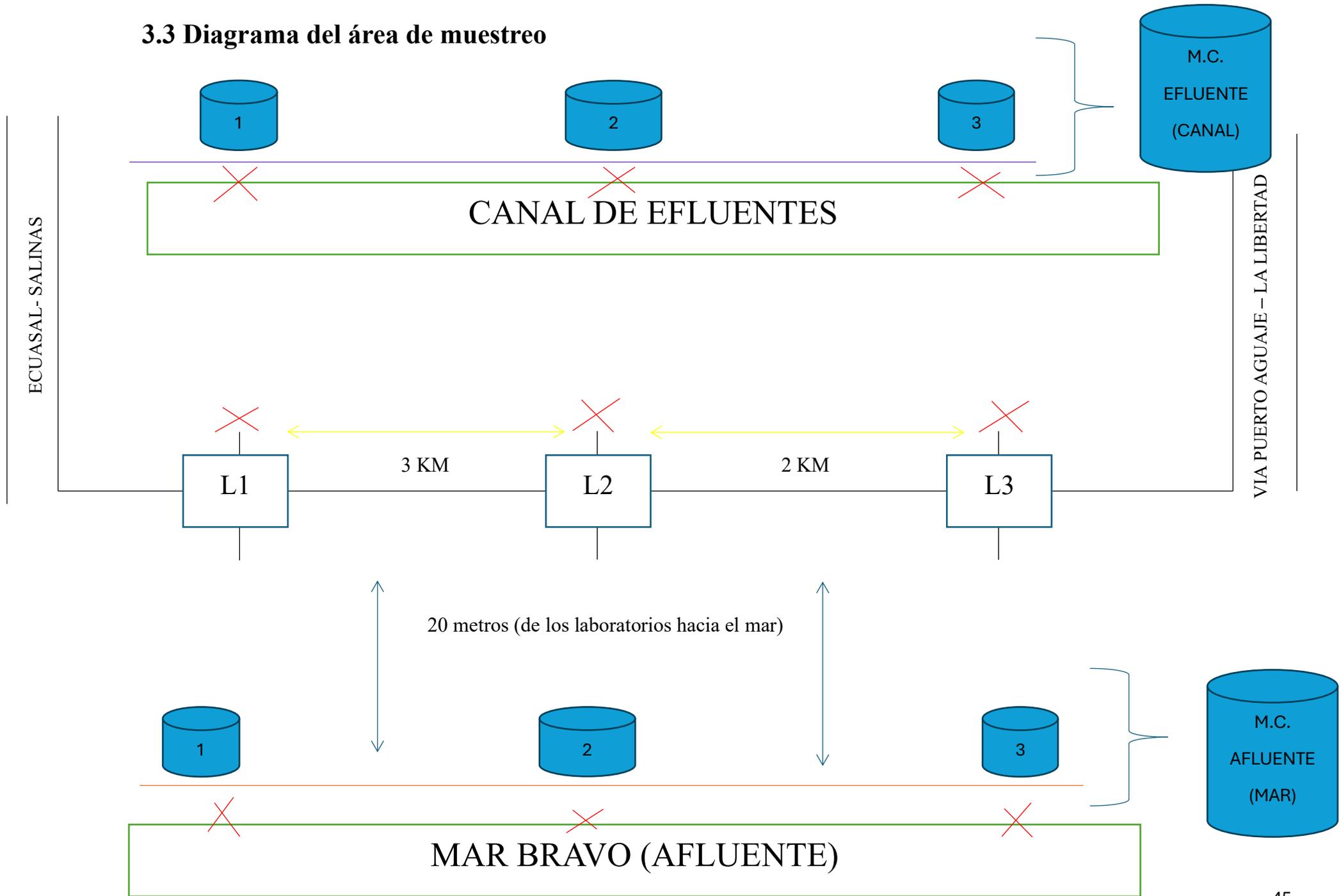
### **3.2.3 Temperatura.**

En la toma de temperatura se insertaba el sensor del medidor multiparámetro de la marca YSI en el canal hasta que alcanzara el fondo, luego se aguardaba aproximadamente 5 minutos hasta que se estabilizara el valor de la temperatura visualizado en la pantalla. pantalla del equipo se estabilizará, luego se registraba el valor en la bitácora (Muñoz,2022).

### **3.2.4 Muestras para Química y Microbiología.**

Para la obtención de muestras para el análisis en microbiología y química se utilizó envases de plásticos de 350 ml y un culler para transportación, también se usó botellas de 1L para el análisis químico que se realizaría en el laboratorio correspondientes para los parámetros (Muñoz,2022).

### 3.3 Diagrama del área de muestreo



## **3.4 FASE DE LABORATORIO**

### **3.4.1 Coliformes fecales**

Se utilizaron placas de Petrifilm para el Recuento de Coliformes (Coliform Count, CC) con nutrientes de Bilis Rojo-Violeta (VRB) para determinar la presencia de coliformes fecales en las muestras de afluentes y efluentes. Se aplicó 1 ml de la dilución de la muestra en el centro de la película cuadrículada inferior. Posteriormente, las placas fueron incubadas a 37 grados Celsius durante 24 horas para permitir el crecimiento de colonias. Se utilizó un contador de colonias para contar y registrar el número de colonias de coliformes presentes en cada placa, obteniendo así los resultados para su interpretación (Ramírez, 2022).

### **3.4.2 Nitratos**

Se utilizó un equipo de HANNA Instruments para la determinación de nitratos. Se recolectaron 200 ml de agua de las cinco muestras, incluyendo tres del ducto de efluentes de los laboratorios, dos muestras compuestas del mar como afluentes y una del canal de efluente. En cada tubo de ensayo, se agregaron 10 ml de agua filtrada y se añadió un sobre de Soluciones de Nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>). Los tubos de ensayo fueron sellados y agitados vigorosamente durante 5 minutos. Posteriormente, se esperó 1 minuto antes de verificar los resultados de nitrato en la máquina correspondiente (Rodríguez, 2024).

### **3.4.3 Fosfato**

Se determinó el fosfato mediante la preparación de cinco tubos de ensayo. Se utilizaron 10 ml de agua de tres muestras de efluentes tomadas del ducto de los laboratorios seleccionados, y dos muestras compuestas, una del afluente y otra del canal de efluentes de los laboratorios (Cruz, 2021).

En cada tubo se añadieron 5,0 ml de muestra para la prueba de fósforo total. Se agregó el contenido de un vial de persulfato de potasio preparado en forma de polvo para fosfonato. Se taparon los tubos y se agitaron para disolver el polvo (Cruz, 2021).

Se coloca el vial en el reactor y se cierra para activar el temporizador del instrumento. Se deja reaccionar durante 30 minutos desde el inicio. Una vez que el tiempo

ha transcurrido, se retira con precaución el vial del reactor y se coloca en una gradilla para tubos de ensayo para enfriarse a temperatura ambiente. Luego, se añaden 2 ml de una solución estándar de hidróxido de sodio 1,54 N al vial (Cruz, 2021).

Se tapa el vial y se agita para mezclarlo, luego se limpia y se presiona el botón de cero en la pantalla, que muestra 0,00 mg/L de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>. Se añade el contenido de un sobre de polvo PhosVer 3 al vial, se vuelve a tapar y se agita durante 20 a 30 segundos para disolver completamente el polvo. Se inicia un temporizador para una reacción de 2 minutos y se mide la muestra dentro de los 8 minutos siguientes al inicio del cronómetro. Después de la caducidad del temporizador, se coloca el vial en un soporte para cubetas de 16 mm, se limpia y se presiona el botón de lectura, mostrando los resultados en mg/L de PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> (Cruz, 2021).

#### **3.4.4 Sólidos Totales Disueltos**

Los sólidos disueltos totales (SDT o TDS) son la cantidad de residuo que permanece después de evaporar una muestra de agua que ha sido previamente filtrada a través de un filtro de fibra de vidrio con una abertura de 1.5 micras. El agua se evapora y el residuo se lleva hasta una temperatura de 180°C. El resultado se expresa en miligramos por litro (mg/L).

Los sólidos disueltos totales (SDT) comprenden sales, minerales, metales y otros compuestos orgánicos o inorgánicos que están disueltos en el agua o que han pasado a través de un filtro con una abertura de 1.5 micras.

En donde se puede determinar por normas de la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece directrices sobre los niveles recomendados de sólidos disueltos totales (TDS) en el agua potable, expresados en miligramos por litro (mg/l) o partes por millón (PPM).

- 0 – 300 Excelente
- 300 – 600 Nivel bueno
- 600 – 900 Nivel aceptable
- 900 – 1200 Nivel pobre o no recomendable
- 1,200 a más Inaceptable.

### **3.4.5 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)**

Para evaluar el DBO en un influente y efluente, se utilizó el análisis de aguas residuales para medir la efectividad del tratamiento. Los resultados del DBO<sub>5</sub> se reportan en miligramos de oxígeno por litro de agua residual (mg/l), y un valor aceptable para aguas residuales tratadas es inferior a 30 mg/l, siguiendo así el procedimiento estándar establecido. En términos generales, el análisis de DBO se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Tomar una muestra representativa del efluente y colocarla en una botella de vidrio o plástico.
- Medir la cantidad de oxígeno disuelto en la muestra de efluente inmediatamente después de su recolección.
- Agregar una cantidad conocida de nutrientes y microorganismos para promover la descomposición de la materia orgánica presente en la muestra.
- Incubar la muestra en condiciones controladas, generalmente a una temperatura de 20°C, durante 5 días.
- Medir la cantidad de oxígeno disuelto en la muestra después de los 5 días de incubación.
- Calcular la DBO mediante la diferencia entre la cantidad de oxígeno disuelto inmediatamente después de la recolección y la cantidad de oxígeno disuelto después de la incubación.

La DBO se expresa en miligramos de oxígeno consumidos por litro de muestra durante los 5 días de incubación (mg/L). Este valor indica la cantidad de materia orgánica presente en el efluente y su grado de contaminación. En general, un valor alto de DBO indica una mayor cantidad de materia orgánica presente y, por lo tanto, un mayor grado de contaminación del agua residual.

### **3.4.6 Oxígeno Disuelto (OD)**

Para medir el Oxígeno Disuelto (OD) en un influente y efluente, se utilizó un sistema convencional que incluye un medidor y una sonda polarográfica tipo Clark. La sonda, fundamental y delicada, está compuesta por un ánodo de plata (Ag) recubierto con un

alambre de platino (Pt), que actúa como cátodo. El procedimiento involucra los siguientes pasos:

- Tomar una muestra representativa del efluente y transferirla a un recipiente adecuado para medir el OD.
- Asegurarse de que la sonda de OD esté en condiciones adecuadas y calibrada previamente según las instrucciones del fabricante.
- Sumergir la sonda de OD en la muestra de efluente y registrar la lectura.
- Si la muestra es turbia o tiene sólidos suspendidos, es importante filtrarla antes de realizar la medición de OD para evitar posibles impedimentos o interferencias con la sonda.
- Es importante realizar varias mediciones y tomar el promedio de los valores obtenidos para tener una medición más precisa.
- La medición de OD en un efluente es importante para evaluar la cantidad de oxígeno disponible en el agua residual, lo que puede afectar la vida acuática y la efectividad de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.
- Un valor bajo de OD indica una falta de oxígeno disponible, lo que puede ser una señal de contaminación o una insuficiente oxigenación del agua residual. Por lo tanto, medir el OD en un efluente es una práctica clave en el monitoreo y evaluación de la calidad del agua residual y su impacto en el medio ambiente.

### 3.4.7 TCBS

Este medio de agar es utilizado específicamente para el cultivo y aislamiento se utilizó este medio para aislar y cultivar *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus* y otras especies de *Vibrio* a partir de muestras de heces, agua y alimentos.

Para sembrar en el agar, se etiquetaron cinco tubos pequeños con 100 µl cada uno, conteniendo agua de efluente y afluente. Luego, se inoculó en la placa distribuyendo uniformemente sobre toda la superficie del medio de cultivo. Dependiendo del tipo de muestra, la inoculación directa en T.C.B.S. puede llevarse a cabo durante 5 a 8 horas a una temperatura de 33-37 °C. Se espera un período de 18-24 horas para observar el crecimiento y realizar la interpretación en UFC.

### 3.4.8 Turbidez

La turbidez, en general, se define como la propiedad óptica de una suspensión, que hace que la luz se disperse y no se transmita a través de la suspensión. Donde su medición fue por medio de la:

**3.3.8.1 Nefelometría:** Donde se utilizó 5 tubos de ensayo y se procedió con la medición de la luz dispersa o difusa 90°, aplicable al agua de baja turbidez (entre <0,05 y 400 UNF/NTU) y recomendado para turbidez en aguas de consumo humano.

### 3.5 Análisis de datos

- A. Los resultados del Índice de Calidad del Agua (ICA) fueron evaluados y ajustados según las sugerencias proporcionadas por "The National Sanitation Foundation (NSF)" y la fórmula propuesta por Horton en 1965.

$$ICA = \sum_{i=1}^n Sli * Wi$$

**Donde:**

**ICA** = Índice de Calidad de Agua

**Sli** = Es el indicador tiene asignado un subíndice

**Wi** = Representa el peso o la importancia asignada a cada indicador.

1.- Se determinó el valor de Q (calidad) para cada parámetro, calculándolo, utilizando el siguiente enlace:

- <https://www.knowyourh2o.com/outdoor-3/water-quality-index-calculator-for-surface-water>.

2.- Para obtener el resultado preliminar antes de la suma, se multiplicó el valor de Q por el factor de ponderación definido por el ICA.

**Tabla 3.** Cálculos de la calidad de agua.

Prueba	Resultado	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
OD		% sat		0,17	
Coliformes Fecales		#/100 mL		0,16	
pH				0,11	
DBO		mg/L		0,11	
Temperatura		Grados Celsius		0,1	
Fosfato Total		mg/L PO4-P		0,1	
Nitratos		mg/L NO3		0,1	
Turbidez		UNT		0,08	
STD		mg/L		0,07	
<b>Índice Calidad de Agua</b>					

*Nota: el cuadro fue obtenido de Fundación Nacional de Sanidad (NSF) en 1970 (Brown y otros, 1970). ICA*

3.- Los parámetros junto con sus resultados, unidades, el valor calculado de Q y el factor de ponderación se presentan en un cuadro, como se observa en la tabla 1.

4.- Se multiplicó el valor de calidad Q por el factor de ponderación y el resultado obtenido se registró en la columna de subtotal.

**Tabla 4** Rangos establecidos por el ICA.

Calidad de Agua	Color	Valor
Excelente		90 – 100
Bueno		70 – 90
Medio		50 – 70
Malo		25 – 50
Muy malo		0 - 25

*Nota. Medidas del ICA establecidos para la evaluación de los parámetros dentro de la investigación según su rango con su coloración [Ilustración]. Lobos J, 2022, <https://1library.co/article/%C3%ADndices-generales-calidad-agua-agua.q5m4jkgy>*

5.- Se sumaron todos los valores de la columna de subtotal y el resultado final determinó la calidad del agua según los rangos establecidos por el ICA, como se muestra en la Tabla 4.

**B.** Se llevó a cabo un análisis estadístico utilizando gráficas de Excel, las cuales fueron empleadas para representar visualmente mediante barras las comparaciones de los resultados de los parámetros del índice de calidad del agua entre los diversos puntos de monitoreo.

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Durante la investigación, se obtuvieron resultados en las áreas físico-química y microbiológica con el objetivo de cumplir con los parámetros del Índice de Calidad del Agua (ICA). Se analizaron muestras de afluentes y efluentes en laboratorio, evaluando parámetros como DBO, OD, turbidez, fosfato y STD, junto con análisis microbiológicos como nitrato, coliformes y TCBS. Los datos se tabularon para su posterior interpretación y comparación con los rangos establecidos por el ICA, utilizando tres laboratorios seleccionados para determinar la viabilidad del estado de calidad del agua en el ducto, canal y el afluente marino.

#### **4.1 Parámetros físicos – químicos y microbiológicos en cada uno de los puntos de muestreo.**

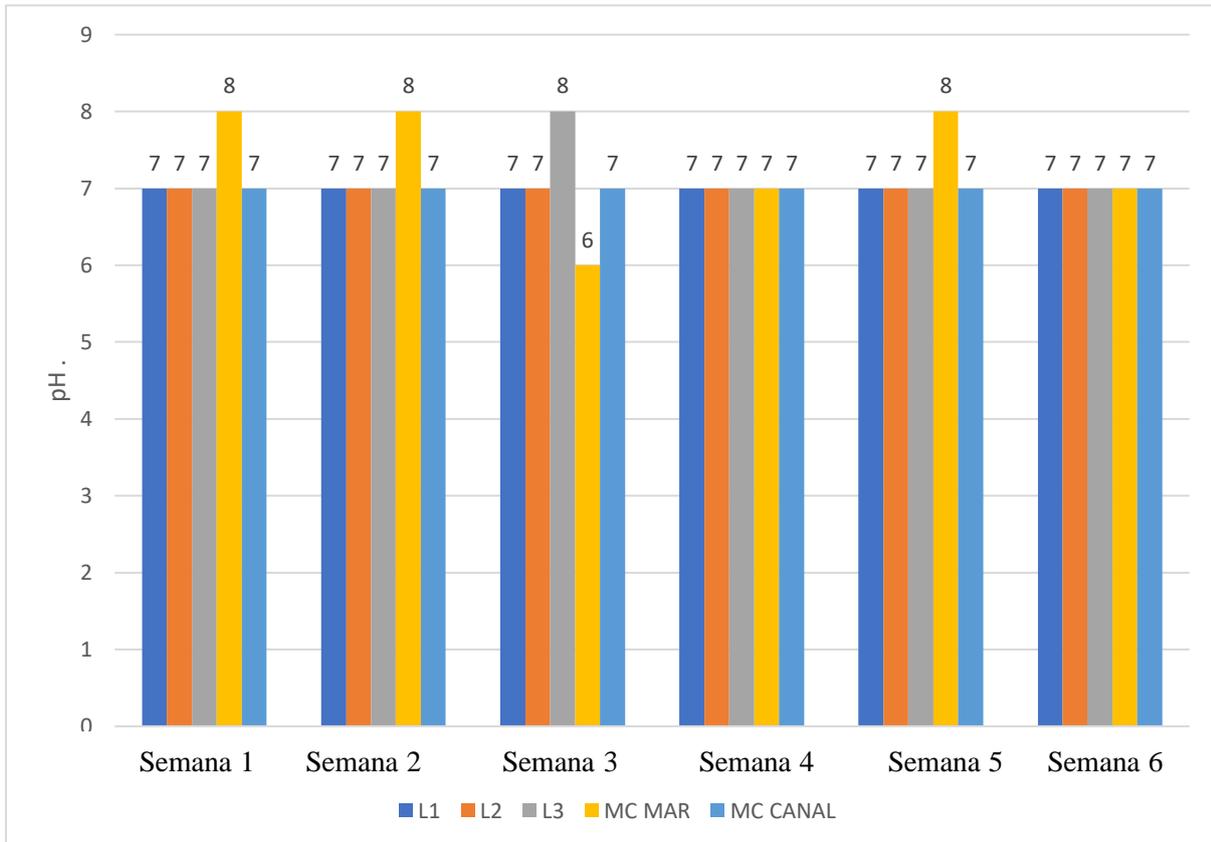
##### **4.1.1 Parámetros físicos**

Los parámetros físicos son características mensurables que se emplean para evaluar una situación o fenómeno específico. En el ámbito del agua, se refieren a propiedades como la turbidez, la temperatura y el pH, que son fundamentales para determinar su calidad.

En la **figura 4** del siguiente parámetro de pH se observó los siguientes resultados donde el valor del laboratorio 1 en la semana 1 tiene valor de 7, el laboratorio 2 en la semana 2 tiene el valor de 7, el laboratorio 3 en la semana 3 con el valor más alto de 8 pero la muestra compuesta de mar en la semana 3 tiene el valor más bajo con 6 y la muestra compuesta del canal en la semana 5 tiene el valor de 7 siendo así los totales en diferentes semanas de la investigación.

**Figura 4**

*Resultados de pH de los diferentes puntos de análisis de la investigación.*

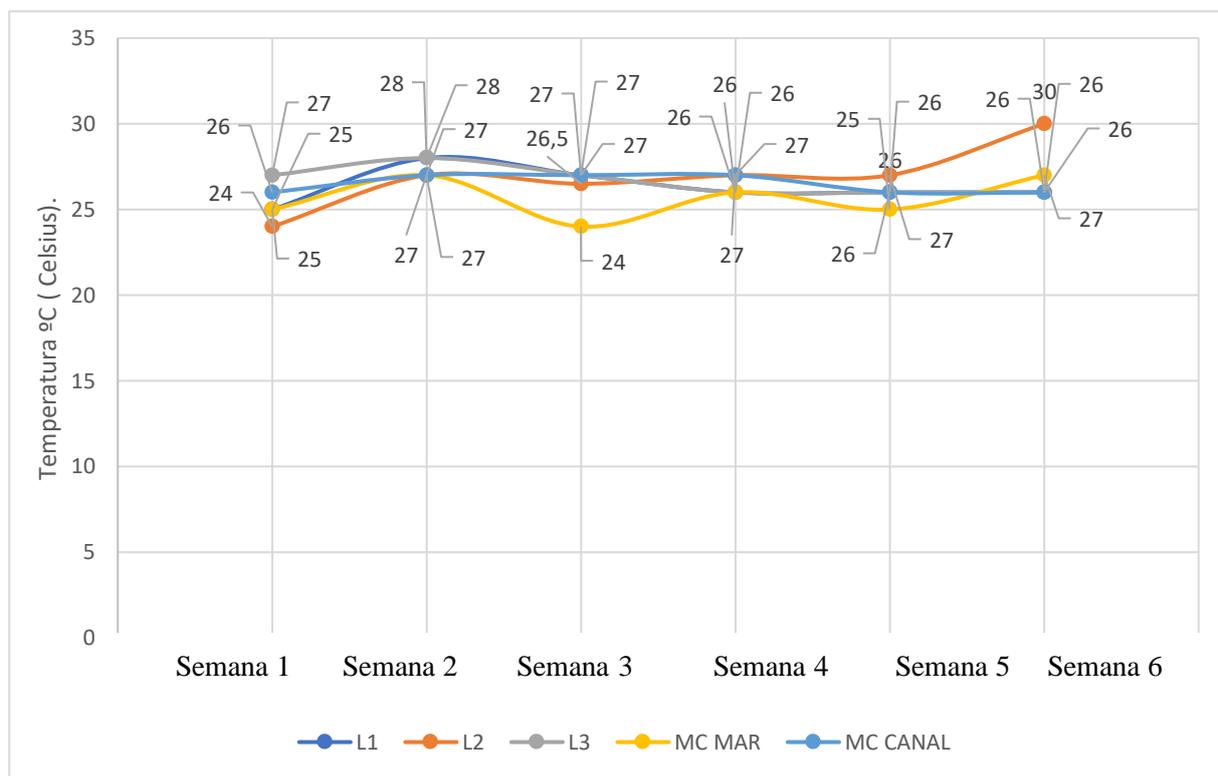


Nota. El análisis en pH se dio los diferentes resultados en excel en su grafica respectiva.

En la **figura 5** el siguiente parámetro de Temperatura se observó los siguientes resultados donde el laboratorio 1 en la semana 5 tiene el valor de 26 °C, el laboratorio 2 con el valor más alto en la semana 6 de 30°C, pero el laboratorio 3 en la semana 2 tiene el valor de 28 °C, pero la muestra compuesta de mar en la semana 1 tiene el valor más bajo de 24°C y la muestra compuesta del canal en la semana 3 con el valor de 27°C siendo así los totales en diferentes fechas de la investigación.

**Figura 5**

*Resultados de Temperatura de los diferentes puntos de análisis de la investigación.*

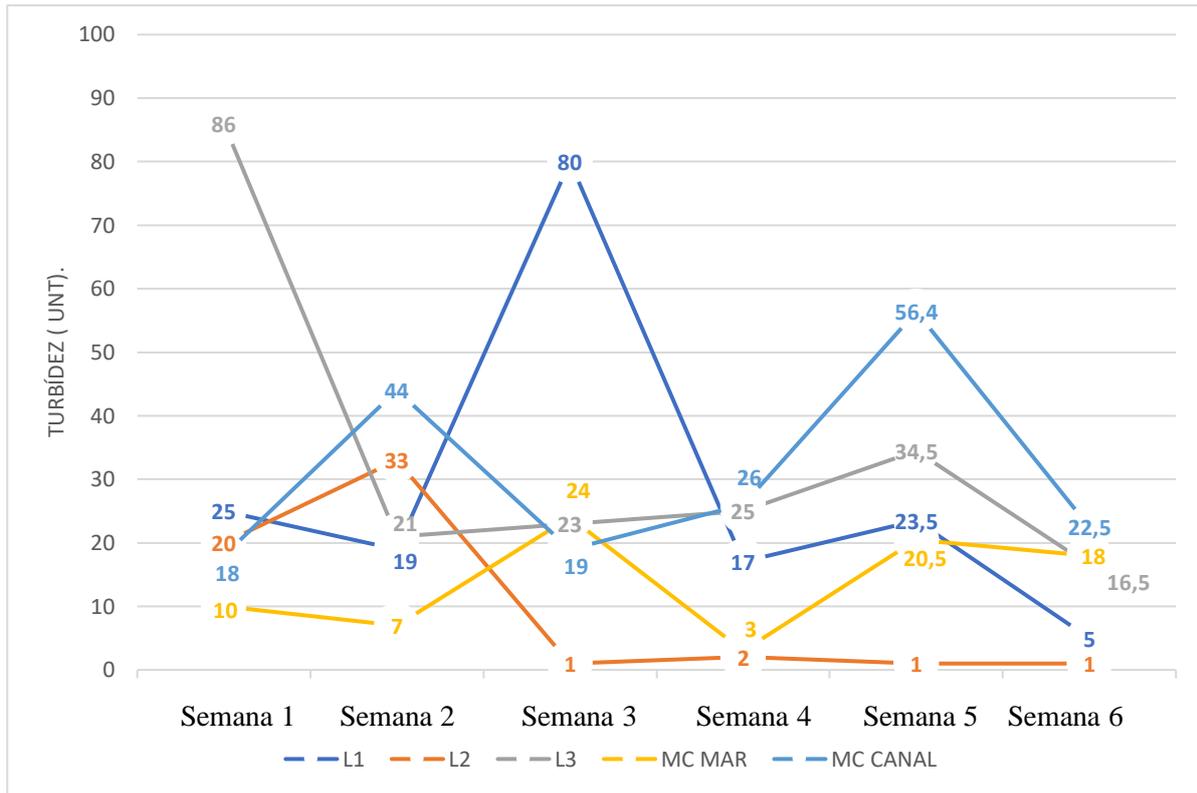


Nota. El análisis en Temperatura de los diferentes puntos donde Laboratorio 1, Laboratorio 2, Laboratorio 3, Muestra Compuesta de Mar y Muestra Compuesta del Canal se dio los diferentes resultados con su grafica respectiva.

En la **figura 6** del siguiente parámetro de Turbidez se observó los siguientes resultados donde el laboratorio 1 en la semana 3 tiene el valor de 80 UNT, el laboratorio 2 en la semana 6 con el valor más bajo de 1 UNT, pero el laboratorio 3 en la semana 1 tiene el valor más alto con 86 UNT, pero la muestra compuesta de mar en la semana 1 tiene el valor de 18 UNT y la muestra compuesta del canal en la semana 5 tiene como valor 56,4 UNT.

**Figura 6**

*Resultados de Turbidez de los diferentes puntos de análisis de la investigación.*



Nota. El análisis en turbidez se dio en los diferentes puntos de muestreo con diferentes resultados de su grafica respectiva.

### 4.1.2 Parámetros Químicos

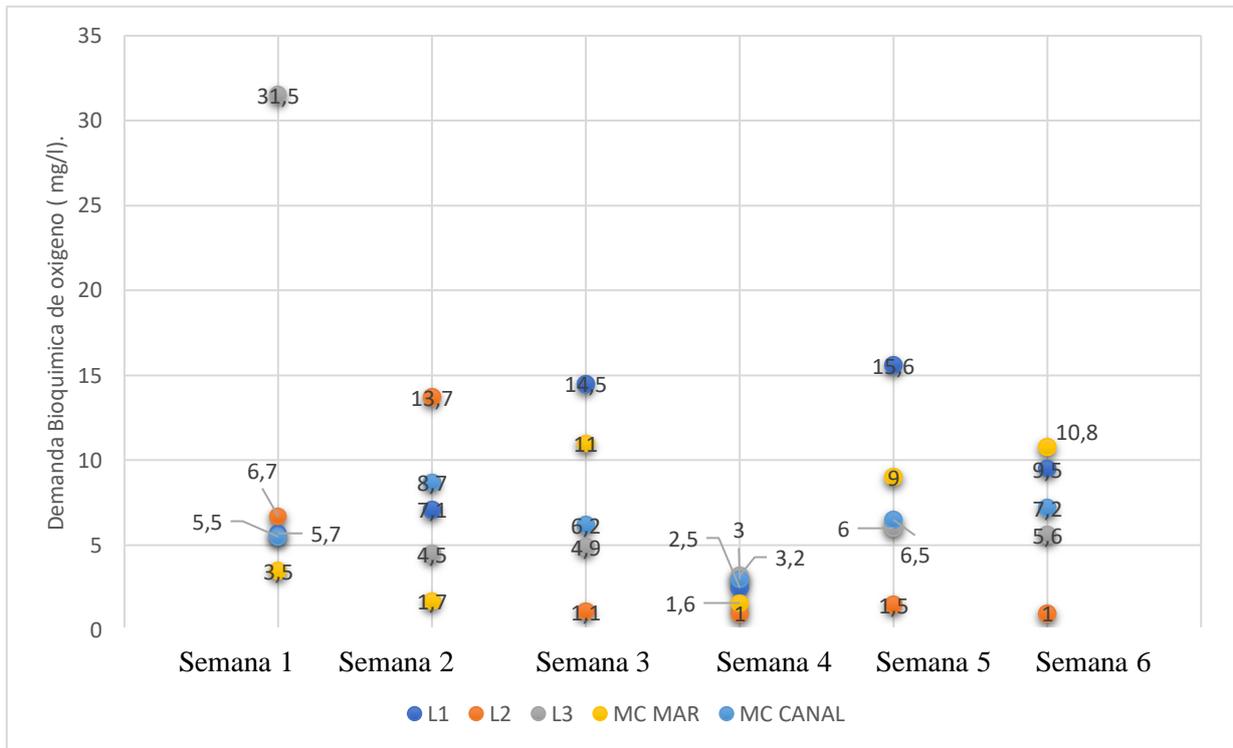
Los parámetros químicos se refieren a las características químicas de una sustancia o sistema. En el contexto del agua, los parámetros químicos se utilizan para evaluar la calidad del agua y determinar su idoneidad. La evaluación de estos parámetros es importante para garantizar la calidad del agua y proteger la salud humana y el medio ambiente.

La **figura 7** nos muestra los siguientes resultados en barra donde la Demanda Bioquímica de Oxígeno más alta fue en el Laboratorio 3 en la semana 1 tiene el valor mas alto con 31,5 mg/l por la turbiedad alta por solidos suspendidos, siguiendo con Laboratorio 1 en la semana 5 con 15, 6 mg/l, también la muestra compuesta de mar en la semana 3 con 11

mg/l, la muestra compuesta del canal en la semana 6 con 7,2 mg/l mientras que el Laboratorio 2 en la semana 4 tiene el valor más bajo con 1 mg/l dando a conocer los rangos representativos de este parámetro dentro de la investigación.

**Figura 7**

*Resultados de DBO de los diferentes puntos de análisis de la investigación.*

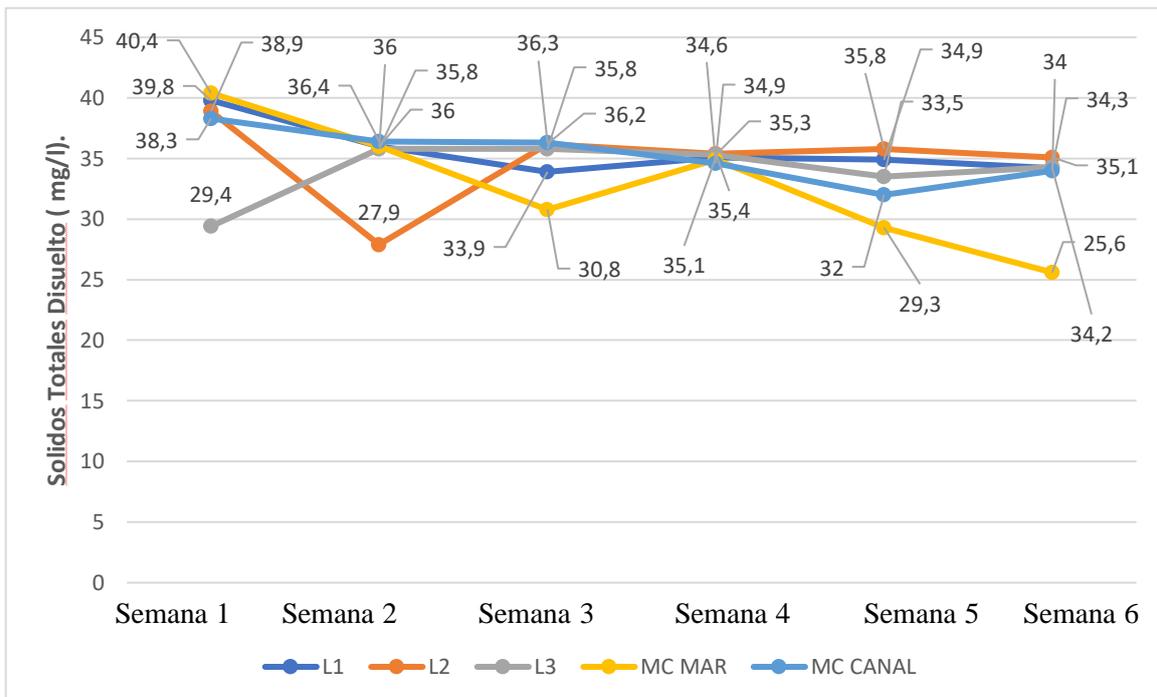


Nota. El análisis de Demanda bioquímica de Oxígeno se dio los diferentes resultados con su grafica respectiva.

En la **figura 8** el parámetro de Solidos Totales Disuelto se observó los siguientes resultados donde el laboratorio 1 en la semana 1 tiene 39,8 mg/l, laboratorio 2 en la semana 2 con 27,9 mg/l, pero el laboratorio 3 en la semana 4 tiene el valor 35,3 mg/l, la muestra compuesta de mar en la semana 1 tiene el valor más alto con 40,4 mg/l y en la semana 6 presenta el valor más bajo con 25,6 ml/l , la muestra compuesta del canal en la semana 5 con 32 mg/l siendo así los totales en diferentes semanas de la investigación.

**Figura 8**

Resultados de STD de los diferentes puntos de análisis de la investigación.

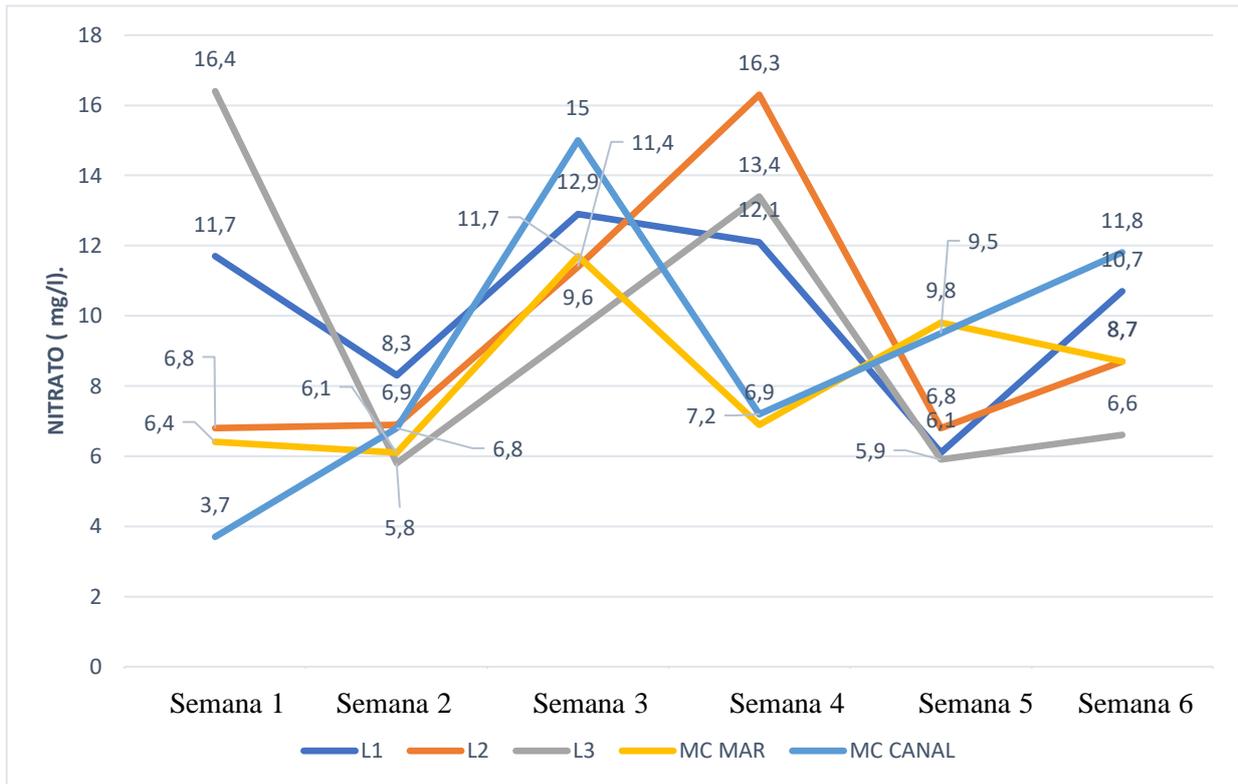


Nota. El análisis de Solidos Totales Disueltos es evaluado en mg/l de los diferentes puntos donde los resultados con su grafica respectiva.

En la **figura 9** nos muestra el siguiente parámetro de Nitrato se observó los siguientes resultados donde el laboratorio 1 en la semana 3 tiene valor de 12,9 mg/l, el laboratorio 2 en la semana 4 tiene el valor más alto con 16,3 mg/l, laboratorio 3 en la semana 4 tiene el valor de 13,4 mg/l, la muestra compuesta de mar en la semana 5 tiene el valor de 9,8 mg/l y la muestra compuesta del canal en la semana 1 tiene el valor más bajo con 3,7 mg/l siendo así los totales en diferentes semanas de la investigación.

**Figura 9**

*Resultados de Nitrato de los diferentes puntos de análisis de la investigación.*

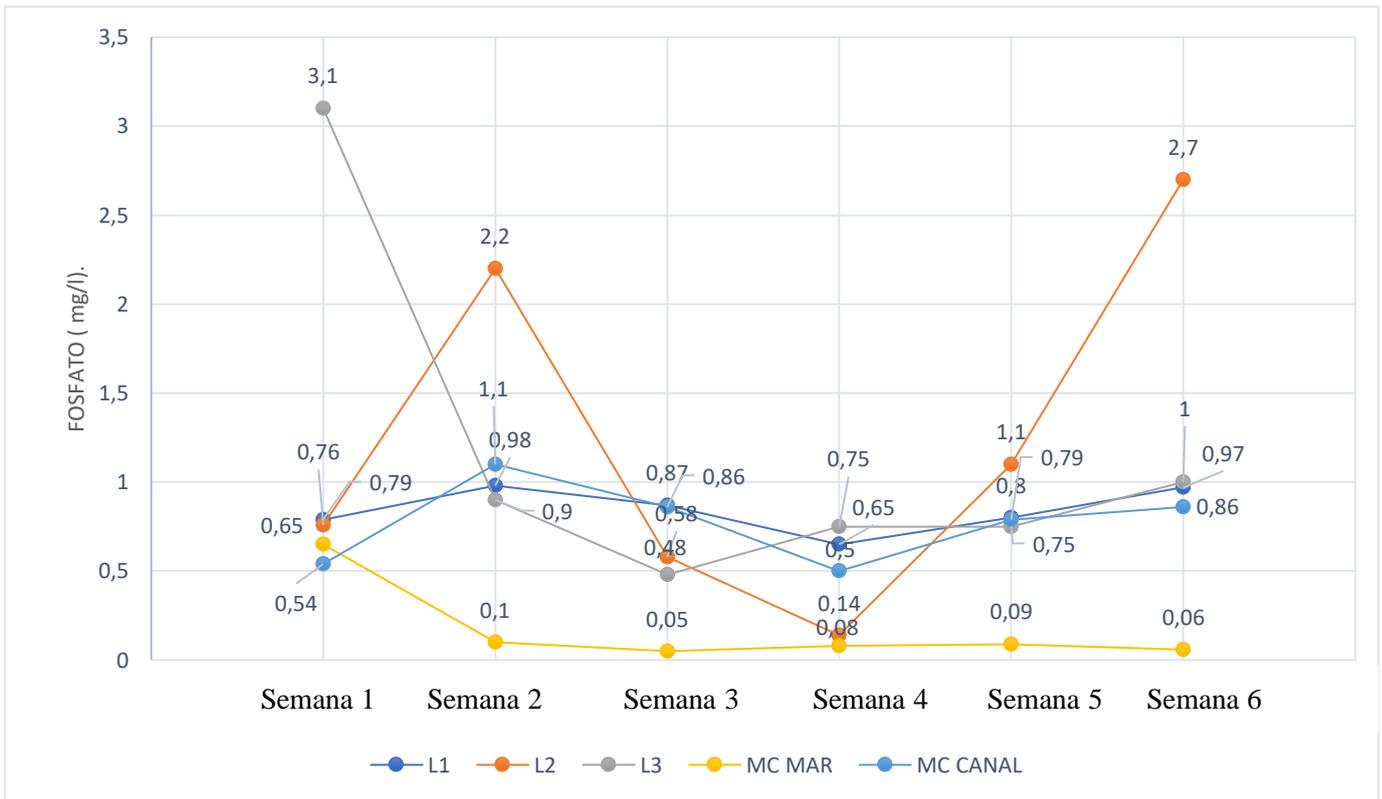


Nota. El análisis en Nitrato se dio los diferentes resultados con su grafica respectiva.

En la **figura 10** del parámetro de Fosfato se observó los siguientes resultados donde el valor del laboratorio 1 en la semana 2 tiene 0,98 mg/l, laboratorio 2 en la semana 3 con valores de 0,58 mg/l, pero el laboratorio 3 en la semana 1 tiene el valor más alto con 3,1 mg/l, pero la muestra compuesta de mar en la semana 2 tiene el valor más bajo con 0,1 mg/l y la muestra compuesta del canal en la semana 6 con valores de 0,86 mg/l siendo así los totales en diferentes semanas de la investigación.

**Figura 10**

*Resultados de Fosfato de los diferentes puntos de análisis de la investigación.*

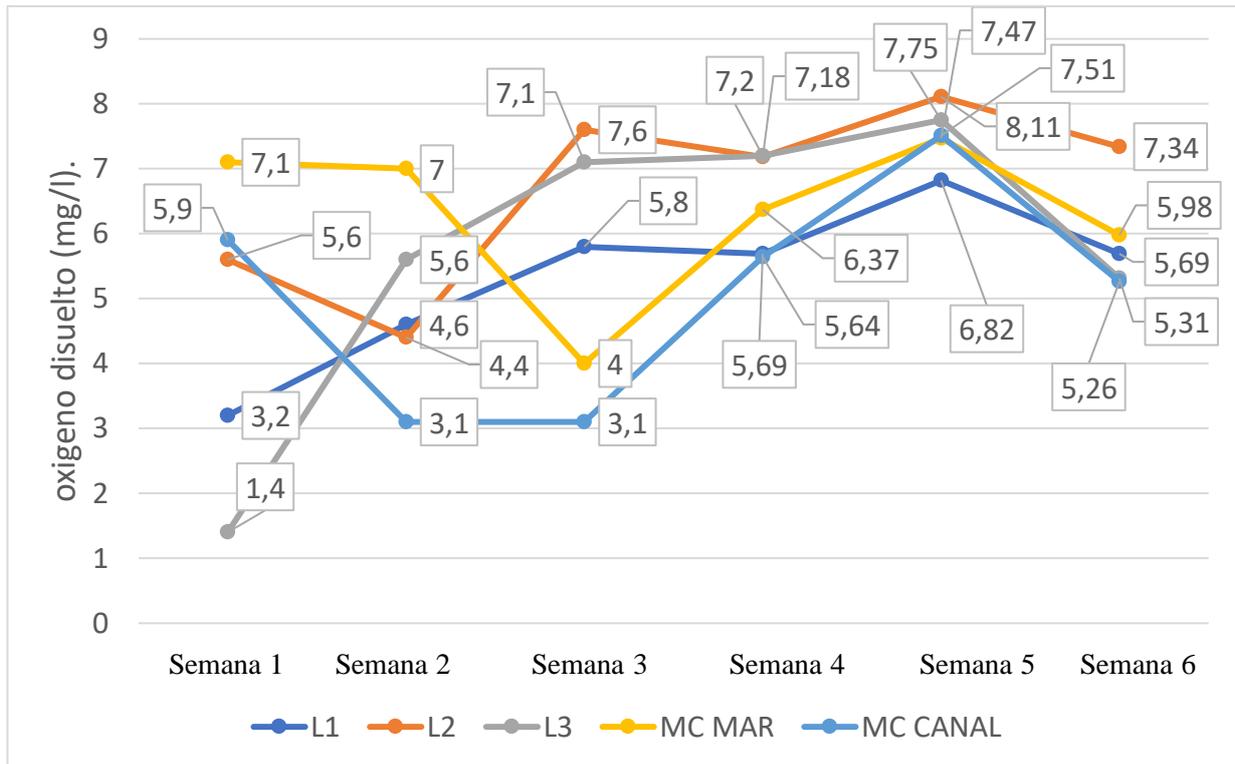


Nota. El análisis en Fosfato se dio los diferentes resultados con su grafica respectiva.

La **figura 11** del parámetro de Oxígeno Disuelto se observó los siguientes resultados donde el valor del laboratorio 1 en la semana 5 tiene 6,82 mg/l, laboratorio 2 en la semana 5 tiene el valor más alto con 8,11 mg/l, el laboratorio 3 en la semana 1 tiene el valor más bajo con 1,4 mg/l, la muestra compuesta de mar en la semana 3 tiene el valor con 4 mg/l y la muestra compuesta del canal en la semana 4 tiene el valor de 5,64 mg/l siendo así los totales en diferentes semanas de la investigación.

**Figura 11**

*Resultados de Oxígeno Disuelto de los diferentes puntos de análisis de la investigación.*



Nota. El análisis en Oxígeno Disuelto se dio los diferentes resultados en excel en su grafica respectiva.

### 4.1.3 Parámetros Microbiológicos

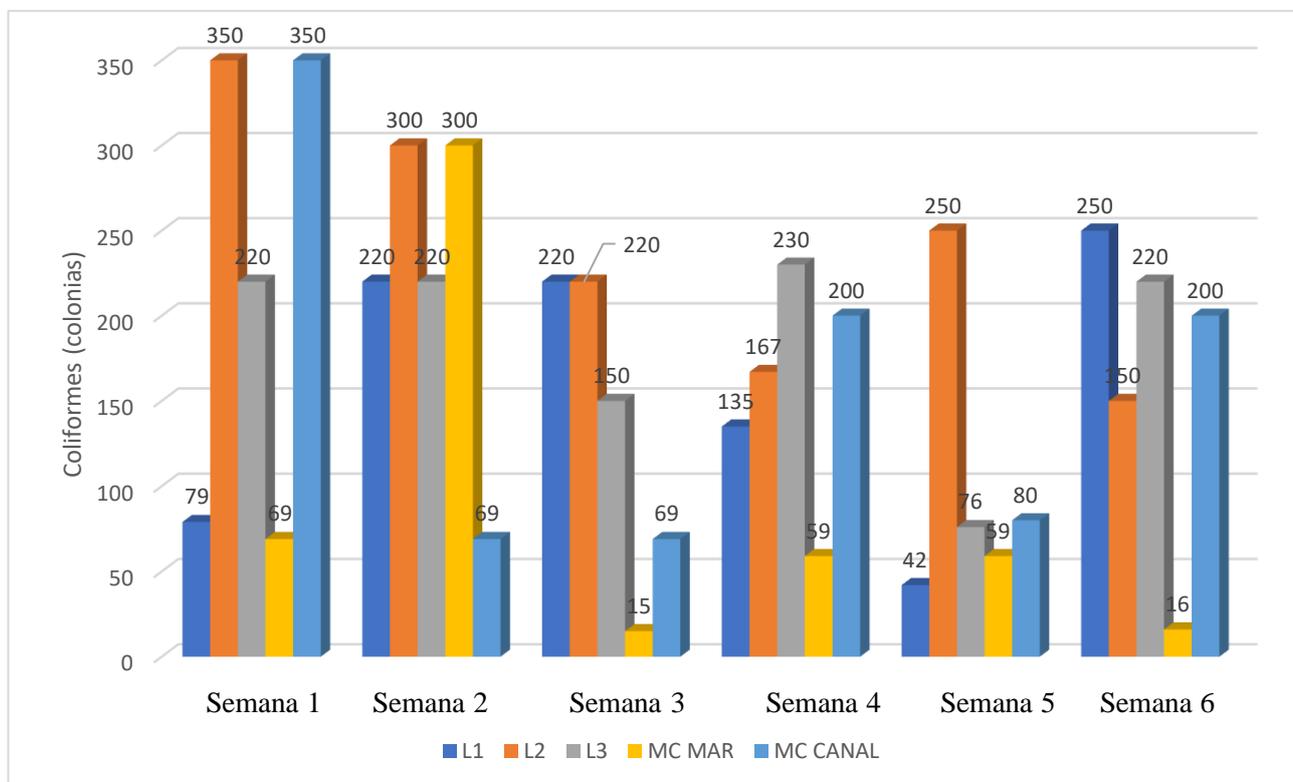
Los parámetros microbiológicos se refieren a la presencia y cantidad de microorganismos en una muestra o sistema. Estos parámetros son utilizados para evaluar la calidad microbiológica como el agua. En el caso del agua, los parámetros microbiológicos son especialmente importantes para determinar si el agua es segura para el consumo humano. Algunos de los parámetros microbiológicos comunes que se analizan en el agua incluyen: Vibrios y Coliformes.

En la **figura 12** del parámetro en Coliformes se observó los siguientes resultados donde el laboratorio 1 en la semana 6 tiene el valor de 250 colonias, el laboratorio 2 en la semana 1 tiene valor más alto de 350 colonias conjunto con la muestra compuesta del canal, el

laboratorio 3 en la semana 2 tiene el valor de 220 colonias, la muestra compuesta de mar en la semana 3 tiene el valor más bajo con 15 colonias siendo así los totales en diferentes semanas de la investigación.

**Figura 12**

*Resultados de Coliformes de los diferentes puntos de análisis de la investigación.*

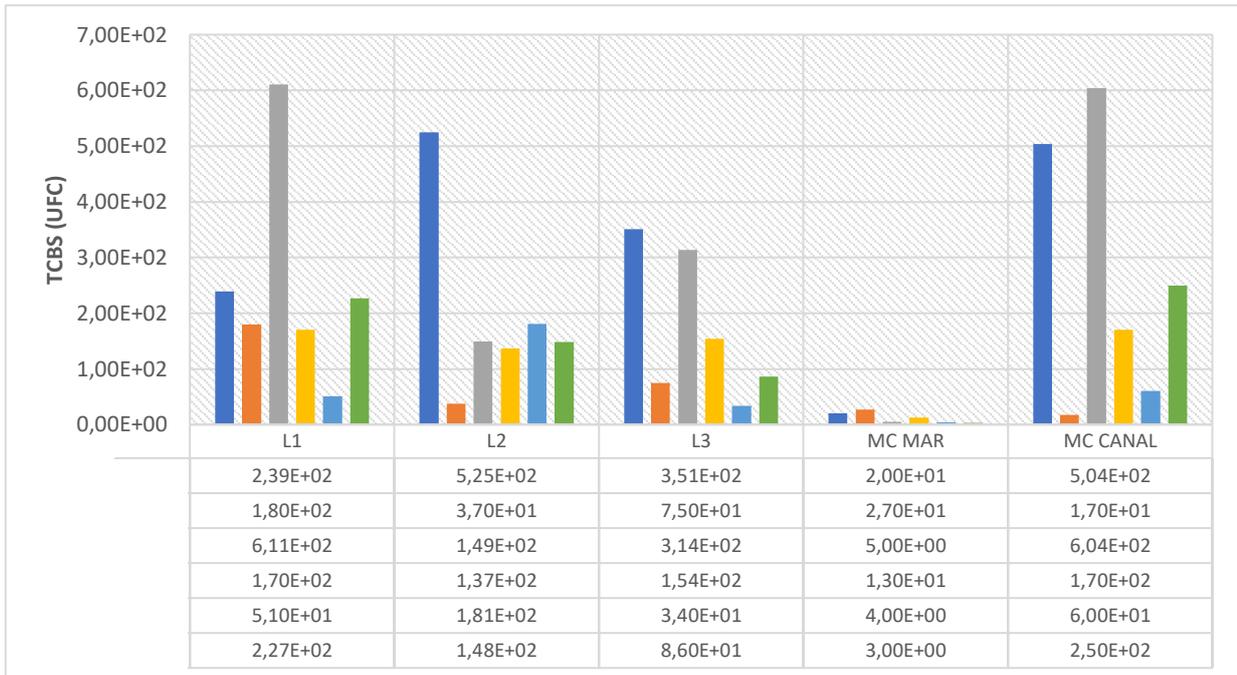


Nota. El análisis en Coliformes se dio los diferentes resultados en excel en su grafica respectiva.

La **figura 13** del parámetro en TCBS se observó los siguientes resultados donde el laboratorio 1 en la semana 3 tiene el valor más alto de  $6,11 \times 10^2$  UFC, el laboratorio 2 en la semana 1 con el valor de  $5,25 \times 10^2$  UFC, pero el laboratorio 3 en la semana 6 tiene el valor de  $8,6 \times 10^1$  UFC, la muestra compuesta de mar en la semana 6 tiene el valor más bajo con  $3 \times 10^0$  UFC y la muestra compuesta del canal en la semana 3 con valores de  $6,04 \times 10^2$  UFC siendo así los totales en diferentes fechas de la investigación.

**Figura 13**

*Resultados de TCBS de los diferentes puntos de análisis de la investigación.*



Nota. El análisis en TCBS se dio los diferentes resultados en excel en su grafica respectiva.

#### **4.2 Parámetros en general de cada uno de los puntos de investigación.**

La tabla ANOVA se utiliza para comparar las medias y las varianzas de diferentes sitios de muestreo y determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas. Es una herramienta comúnmente utilizada en esta investigación y análisis de datos de los parámetros.

Es importante destacar que la interpretación de la tabla ANOVA requiere un análisis cuidadoso y puede variar según el contexto y los objetivos del estudio.

**Tabla 5**

Estadística ANOVA de los parámetros ICA de los puntos de muestreo.

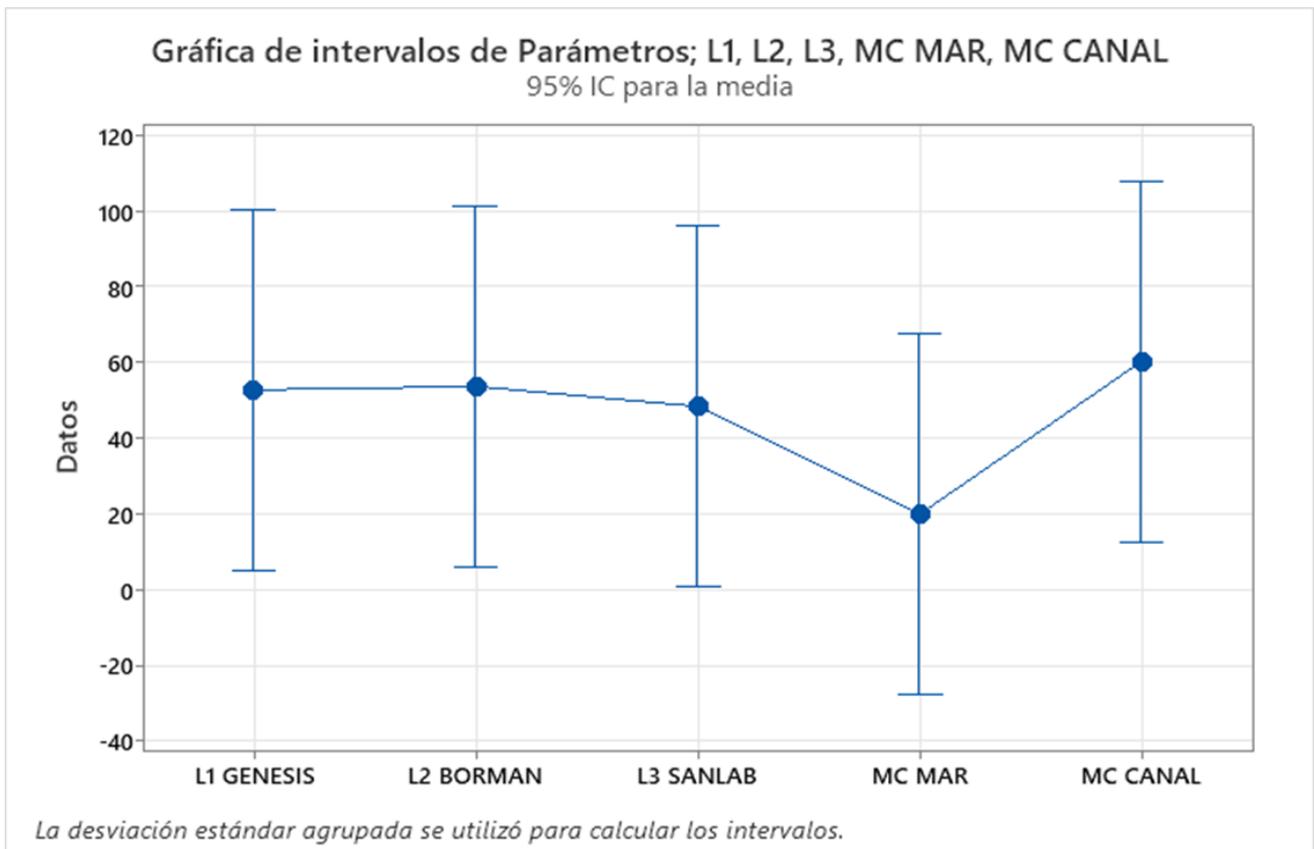
<b>Factor</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.Est.</b>	<b>IC de 95%</b>
Laboratorio 1	10	52,7	82,2	(5.2, 100.2)
Laboratorio 2	10	53,6	87,8	(6.1, 101.0)
Laboratorio 3	10	48,3	69,2	(0.8, 95.8)
Muestra Compuesta de Mar	10	19,89	25,31	(-27.57, 67.36)
Muestra Compuesta Canal	10	60,2	88,7	(12.7, 107.6)
<i>Desv.Est. agrupada = 74.5292</i>				

Nota. Tabulación estadística en Anova para saber su variación de todos los puntos de muestreo durante la investigación.

En la **figura 14** mediante la estadística ANOVA se realizó la tabulación (Tabla 5 ) de cada uno de los puntos de muestreo de los afluentes y efluentes para así tener conocimiento en los intervalos de confianza para tener las variables donde el nivel de significancia es de 0.05 , en la desventaja estadística en la cual la Muestra Compuesta del Canal tiene la más alta con 88,7 y el más bajo es de la Muestra Compuesta del Mar con 25,31 siendo el afluente para el análisis dentro de la investigación , la desviación estándar agrupada que es de 74.5292 dentro de su análisis , también cumple dentro del método la hipótesis nula ya que no existe una diferencia significativa entre los parámetros de los 5 puntos muestreados .

**Figura 14**

*Resultados en ANOVA para la estadística general de los parámetros en la investigación.*



Nota. Demostración en gráfico de la estadística para comprobar su variación de los 5 puntos de estudio.

### **4.3 Identificación de las poblaciones de Vibrionaceae y Enterobacterias en los efluentes y afluentes.**

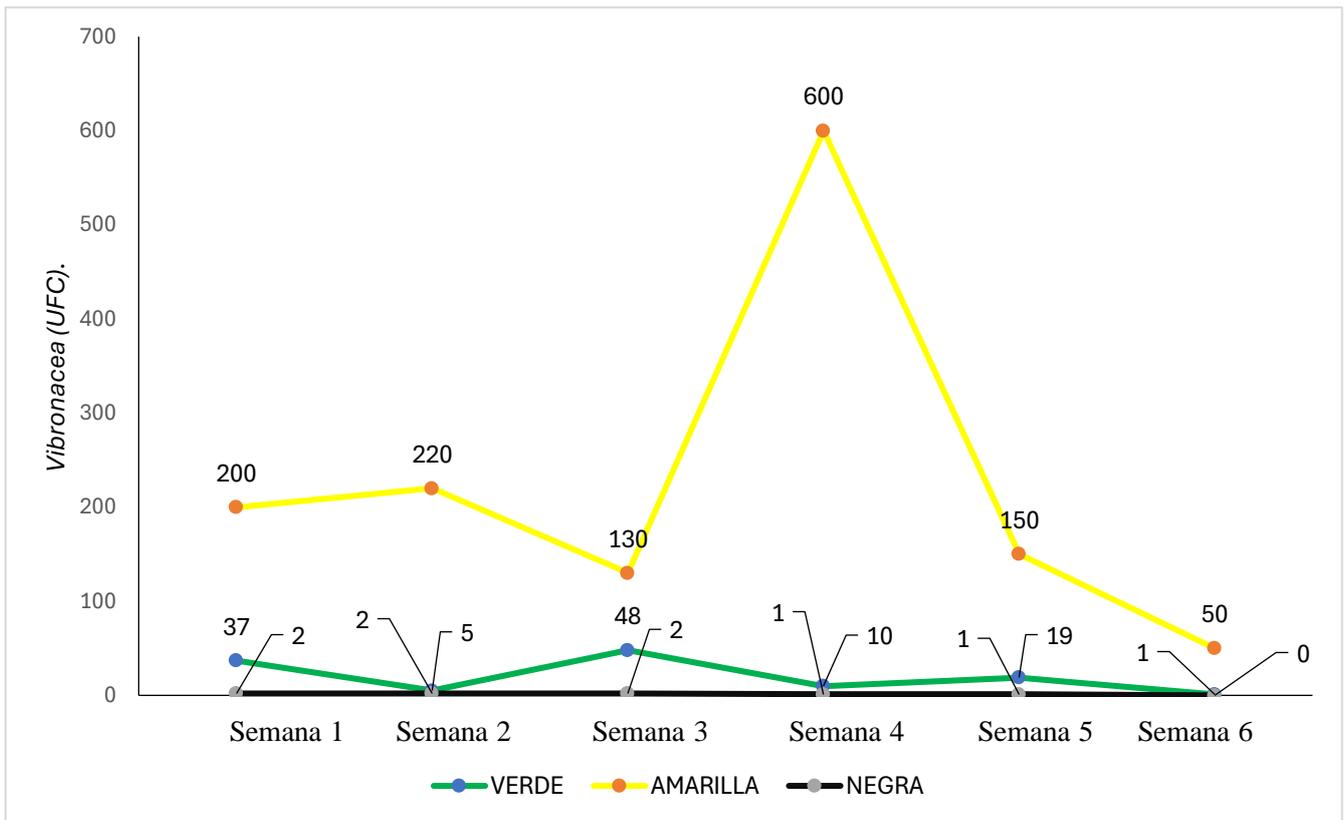
La identificación de las poblaciones de Vibrionaceae y Enterobacteria se refiere al proceso de determinar la presencia y composición de estos grupos de bacterias en una muestra. Es importante destacar que la identificación de estas bacterias se realiza mediante técnicas de laboratorio.

En la **figura 15** en la identificación de los valores que se obtuvieron en vibrios amarillos, verdes y negros además de las enterobacterias que se identificó dentro de las placas de coliformes Parafilm se graficó con los valores del conteo UFC donde los vibrio amarillos

son los más altos con 600 UFC en la semana 4 a comparación del verde y negro que son los más bajos en la traficación , en la **figura 16** de coliformes se obtuvo resultados de coliformes totales que en los fecales en donde se obtuvo 250 colonias en la semana 6 como la más alta a comparación de las demás semanas como bajas .

**Figura 15**

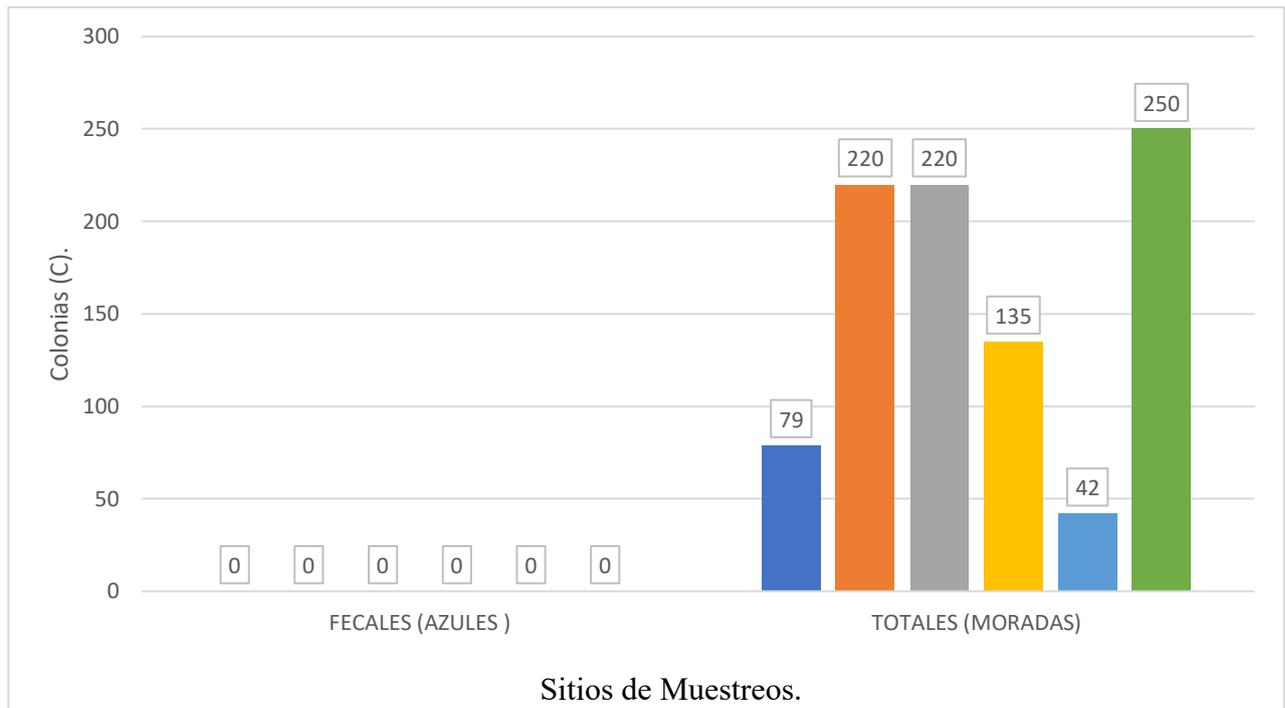
*Resultados de Vibronacea en el Laboratorio 1.*



Nota. Representación gráfica para su observación de resultados del laboratorio 1 en Vibronacea.

**Figura 16**

*Resultados de Enterobacterias en el Laboratorio 1.*

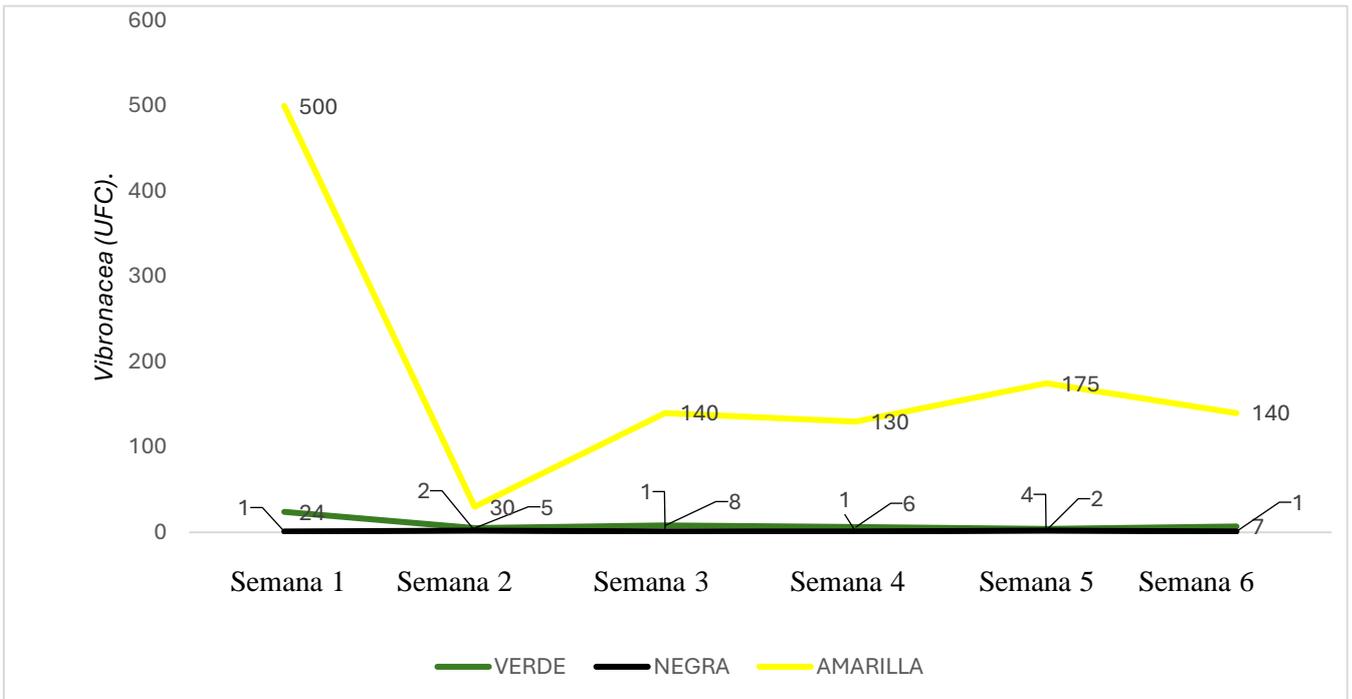


Nota. Demostración de las enterobacterias en coliformes totales con su grafico para observación de resultados.

En la **figura 17** se dio el resultado del laboratorio 2 se vio reflejado en vibrios amarillos con 500 vibrios en la semana 1 como el más alto en *vibronacea* a comparación de la semana 4 con 130 vibrios como la más baja mientras que en coliformes se vio en los totales 350 Colonias en la **figura 18** en la semana 1 a comparación de la semana 6 con 150 Colonias como más baja teniendo en cuenta que no se ha encontrado fecales en su identificación en la placa.

**Figura 17**

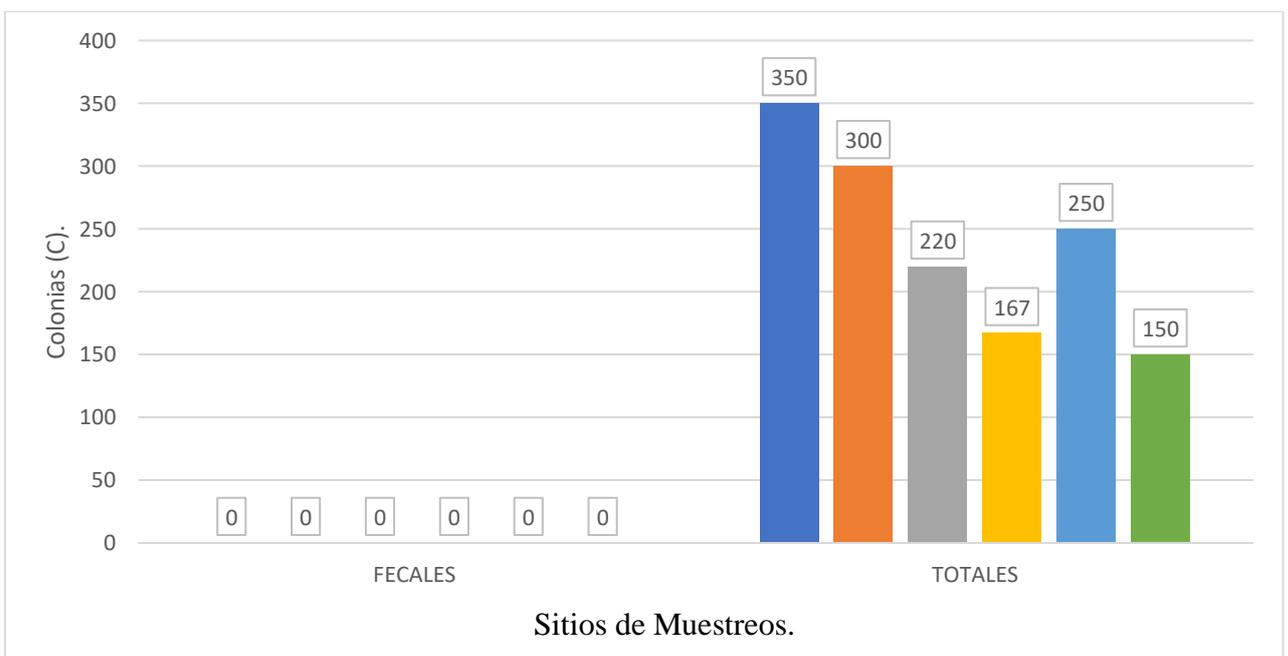
*Resultados de Vibronacea en el Laboratorio 2.*



Nota. Representación gráfica para su observación lineal en resultados del laboratorio 2 en Vibronacea.

**Figura 18**

*Resultados de Enterobacterias en el Laboratorio 2.*

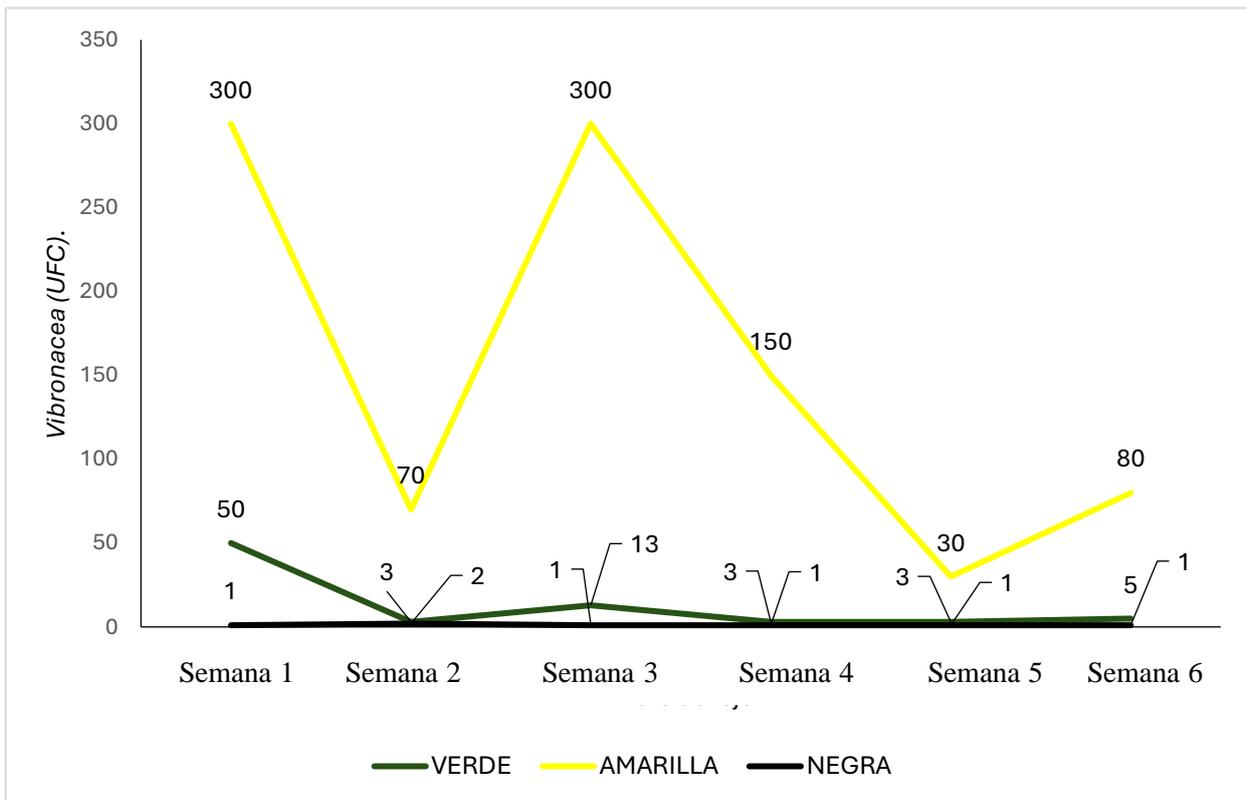


Nota. Demostración de las enterobacterias en coliformes totales con su grafico para observación de resultados.

En la **figura 19** del Laboratorio 3 se vio reflejado los siguientes resultados en Vibrios amarillos en la semana 1 y 3 con 300 UFC en ambas semanas y la semana 2 como la más baja con 80 vibrios mientras que en verdes en la semana 1 tuvo 50 vibrios y tuvo un declive de valores bajos de 13,5 y 3 vibrios mientras que en negras se mantuvo con 2 y 1 vibrios en la **figura 20** de Coliformes totales se vio un resultado de 230 colonias en la semana 4 como las más alta sin presencia de fecales en este laboratorio.

**Figura 19**

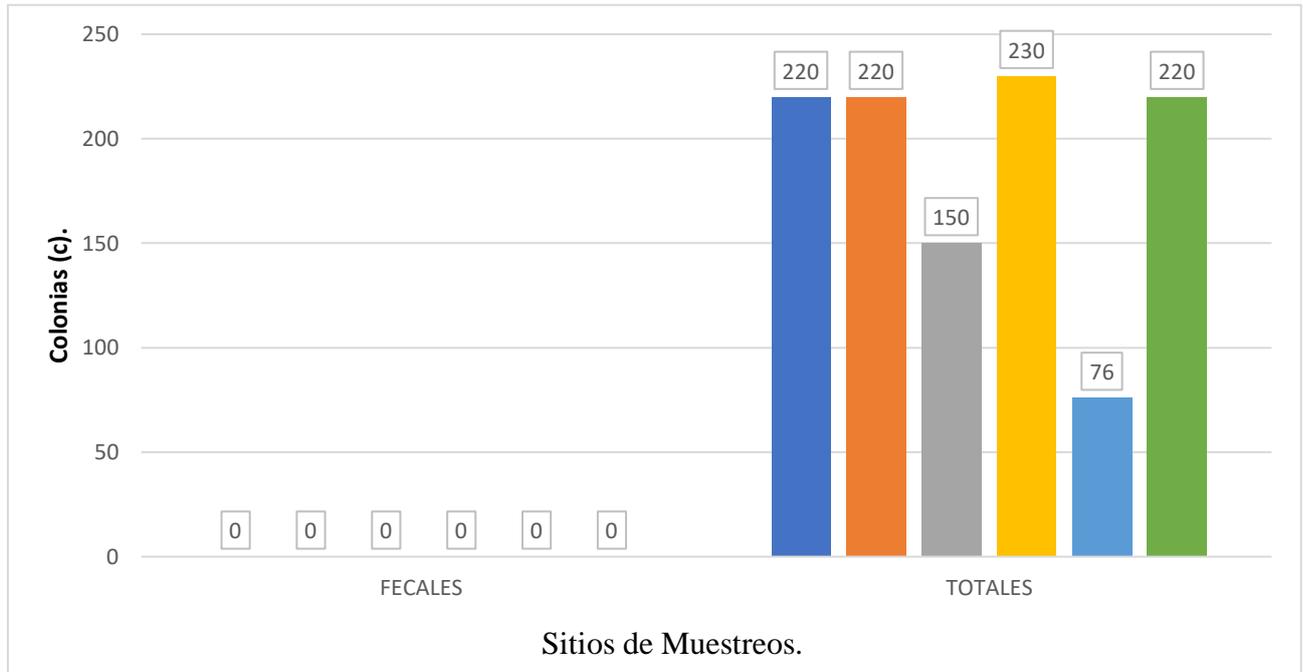
*Resultados de Vibronacea en el Laboratorio 3.*



Nota. Representación gráfica para su observación lineal en resultados del laboratorio 3 en Vibronacea.

**Figura 20**

*Resultados de Enterobacterias en el Laboratorio 3.*

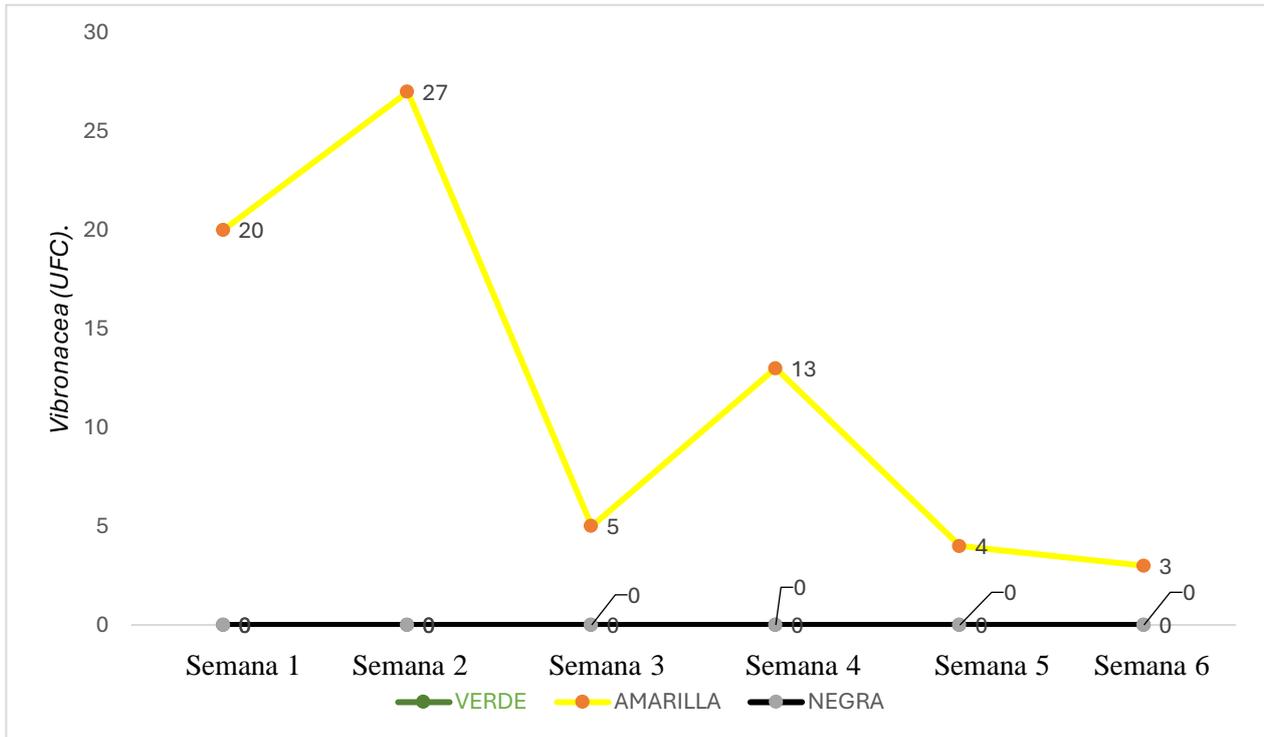


Nota. Demostración de las enterobacterias en coliformes totales con su grafico para observación de resultados.

En la **figura 21** de la muestra compuesta de mar se tomó de referencia los 3 puntos principales en afluentes de los laboratorios para así tener una muestra compuesta con la finalidad de su análisis y obtener resultados en los cuales en la semana 2 se obtuvo 27 vibrios amarillos mientras que en la semana 6 tiene el más bajo con 3 vibrios en cuanto en verdes y negras solo tiene valores de 0 en identificación, en la **figura 22** de coliformes totales se dio la más alta con 300 colonias en la semana 2 sin novedad de identificación de coliformes fecales en afluentes.

**Figura 21**

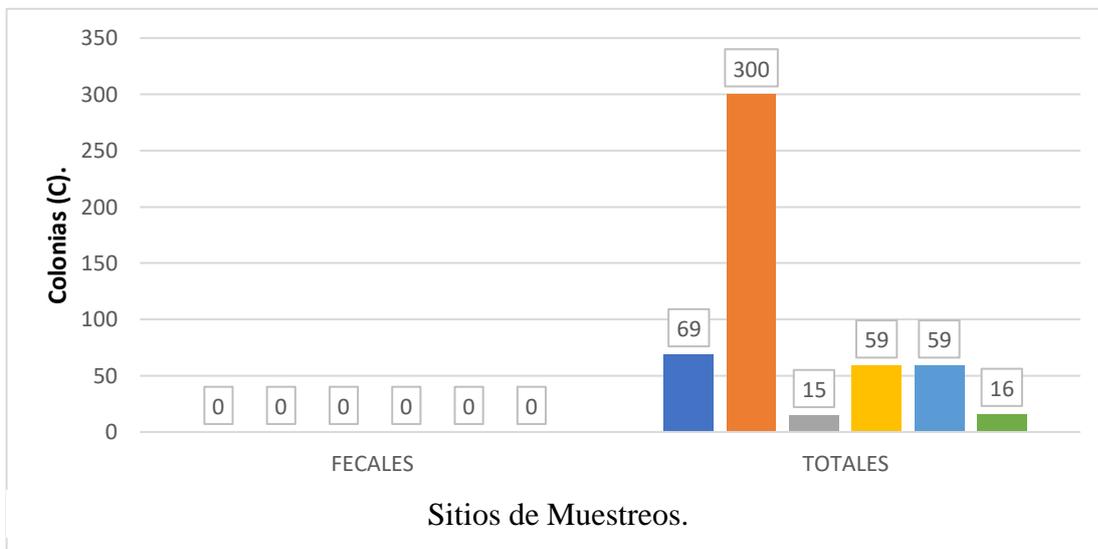
*Resultados de Vibronacea en la Muestra Compuesta de Mar.*



Nota. Representación gráfica para su observación lineal en resultados de Muestra Compuesta de Mar en Vibronacea.

**Figura 22**

*Resultados de Enterobacterias en la Muestra Compuesta de Mar.*

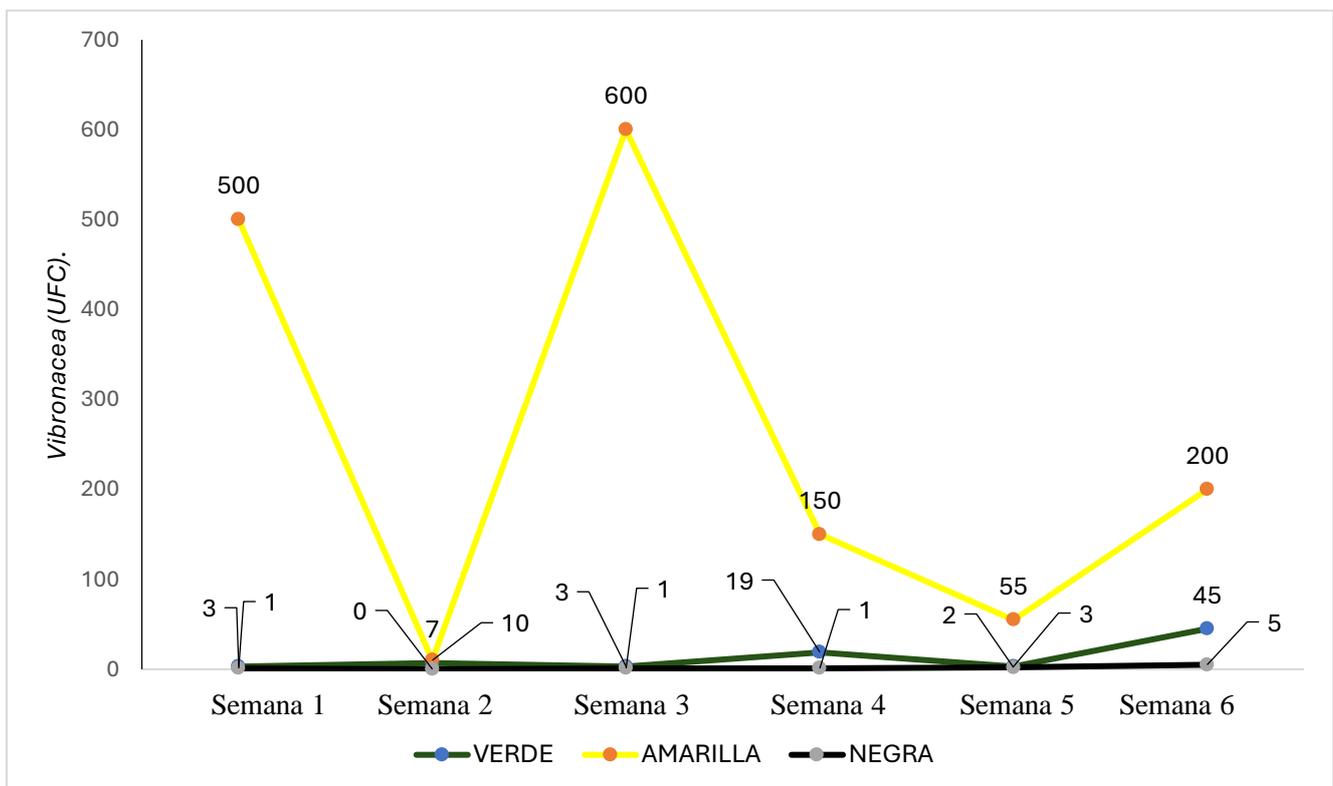


Nota. Demostración de las enterobacterias en coliformes totales con su grafico para observación de resultados.

En la **figura 23** de los resultados de la Muestra Compuesta del Canal se procedió tomar muestra de los 3 laboratorios, pero en el canal y así obtener la muestra que se reflejó en vibrios amarillos en la semana 3 con 600 vibrios como la más alta mientras que en la semana 5 con 55 vibrios como las baja , en cuantos vibrios verdes en la semana 6 tuvo 45 vibrios y en negros con 6 vibrios como valores significativos en esas semanas , en la **figura 24** de Coliformes se obtuvo 350 colonias totales en la semana 1 como la más alta y en la semana 2 y 3 se mantuvo con 69 colonias como las más bajas en tanto con coliformes fecales no se obtuvo en el efluente.

### Gráfica 23

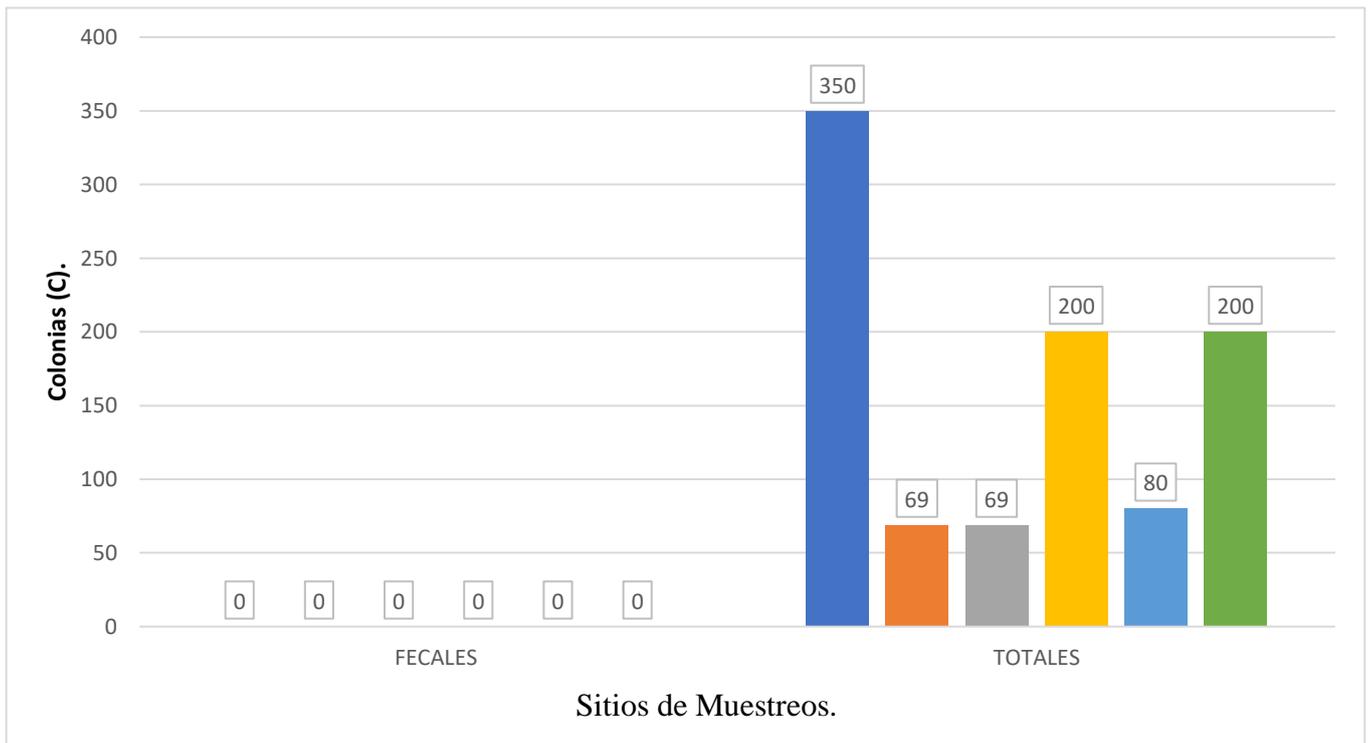
*Resultados de Vibronacea en la Muestra Compuesta de Mar.*



Nota. Representación gráfica mediante excel para su observación lineal en resultados de Muestra Compuesta del Canal en Vibronacea.

**Figura 24**

*Resultados de Enterobacterias en la Muestra Compuesta del Canal.*



Nota. Demostración de las enterobacterias en coliformes totales con su grafico para observación de resultados.

#### 4.4 Calidad de agua de los puntos de muestreo durante la investigación.

**Tabla 6**

*Tabulación de resultados ICA del Laboratorio 1.*

Prueba	Resultado	Unidad	Valor Q	Factor Ponderacion	Subtotal
OD	3.2	% sat	2.83	0.17	0.4811
Coliformes Fecales	1580	#/100 mL	72.7	0.16	11.632
pH	7		88	0.11	9.68
DBO	5.7	mg/L	52.22	0.11	5.74
Temperatura	25	Grados Celsius	16.3	0.1	1.63
Fosfato Total	0.79	mg/L PO4-P	48.68	0.1	4.87
Nitratos	11.7	mg/L NO3	43.89	0.1	4.39
Turbidez	25	UNT	59	0.08	4.72
STD	39.8	mg/L	85.43	0.07	5.98
Indices Calidad de Agua					49.1244

Nota. Tabulación del método ICA para sus respectivos resultados de los parámetros dentro del estudio.

**Tabla 7**

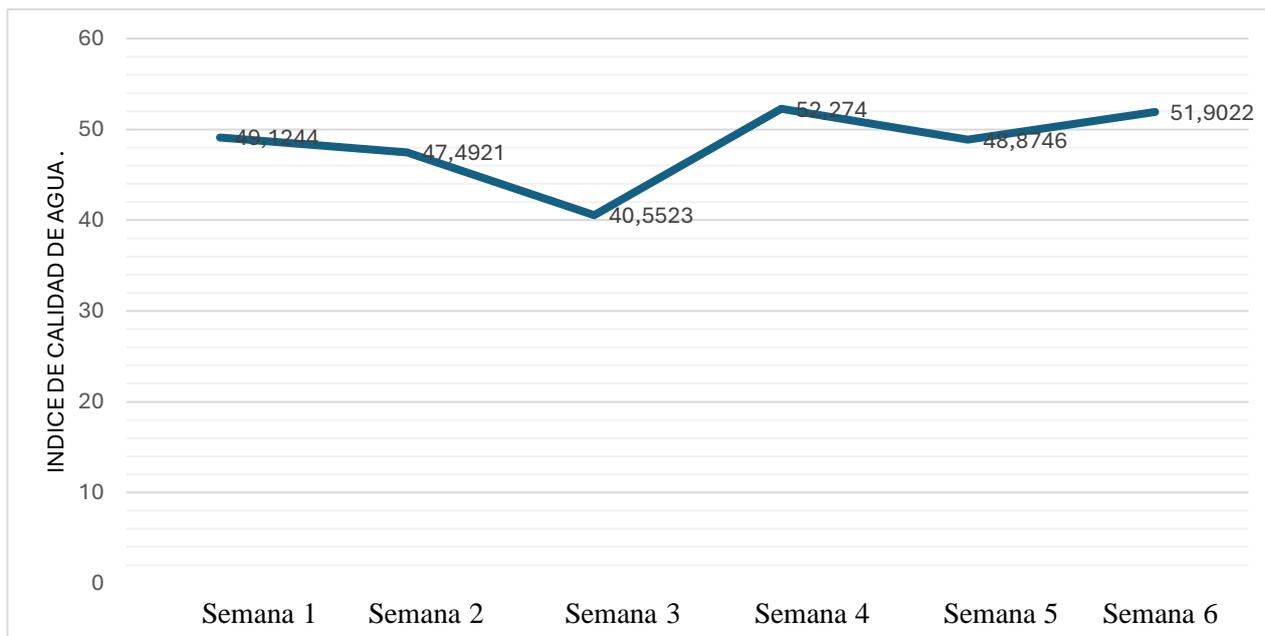
*Tabulación final del ICA del Laboratorio 1.*

FECHAS	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
ICA	49,1244	47,4921	40,5523	52,274	48,8746	51,9022

Nota. Cuadro final con sus promedios ICA para graficar y ver sus respectivas variaciones en plano.

**Figura 25**

*Variación de valores ICA del Laboratorio 1.*



Nota. Representación en grafica de los resultados en los diferentes periodos de estudio.

Según la tabla de cálculo del ICA y en referencia a los rangos establecidos por esta técnica, en el laboratorio 1 se obtuvieron los siguientes valores durante abril y mayo: en la semana 1 se registró un valor de 49.1244, indicando un estado de agua de calidad mala; en la semana 2, el valor fue de 47.4921, también clasificado como calidad mala; en la semana 3 se obtuvo un valor de 40.5523, que también indica calidad mala. Sin embargo, se observó una notable variación en la semana 4 con un valor de 52.274, clasificado como calidad media. En la semana 5, se registró un valor de 48.8746, nuevamente indicando calidad mala, y en la semana 6 se obtuvo un valor de 51.9022, mostrando una calidad media, aunque mayor respecto al mes anterior (Figura 25). En general, considerando los rangos del ICA y promediando los resultados de todas las fechas, se confirma que el estado del agua en el laboratorio 1 fue mayormente de calidad mala durante los períodos de monitoreo.

**Tabla 9***Tabulación de resultados ICA del Laboratorio 2.*

Prueba	Resultado	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
OD	5.6	% sat	4.52	0,17	0,7684
Coliformes Fecales	7000	#/100 mL	59.29	0,16	9,4864
pH	7		88	0,11	9,68
DBO	6.7	mg/L	46.92	0,11	5,1612
Temperatura	24	Grados Celsius	17.68	0,1	1,768
Fosfato Total	0.76	mg/L PO4-P	49.66	0,1	4,966
Nitratos	6.8	mg/L NO3	60.82	0,1	6,082
Turbidez	20	UNT	65	0,08	5,2
STD	38.9	mg/L	85.28	0,07	5,9696
Índice Calidad de Agua					49,0816

Nota. Tabulación del método ICA para sus respectivos resultados de los parámetros dentro del estudio.

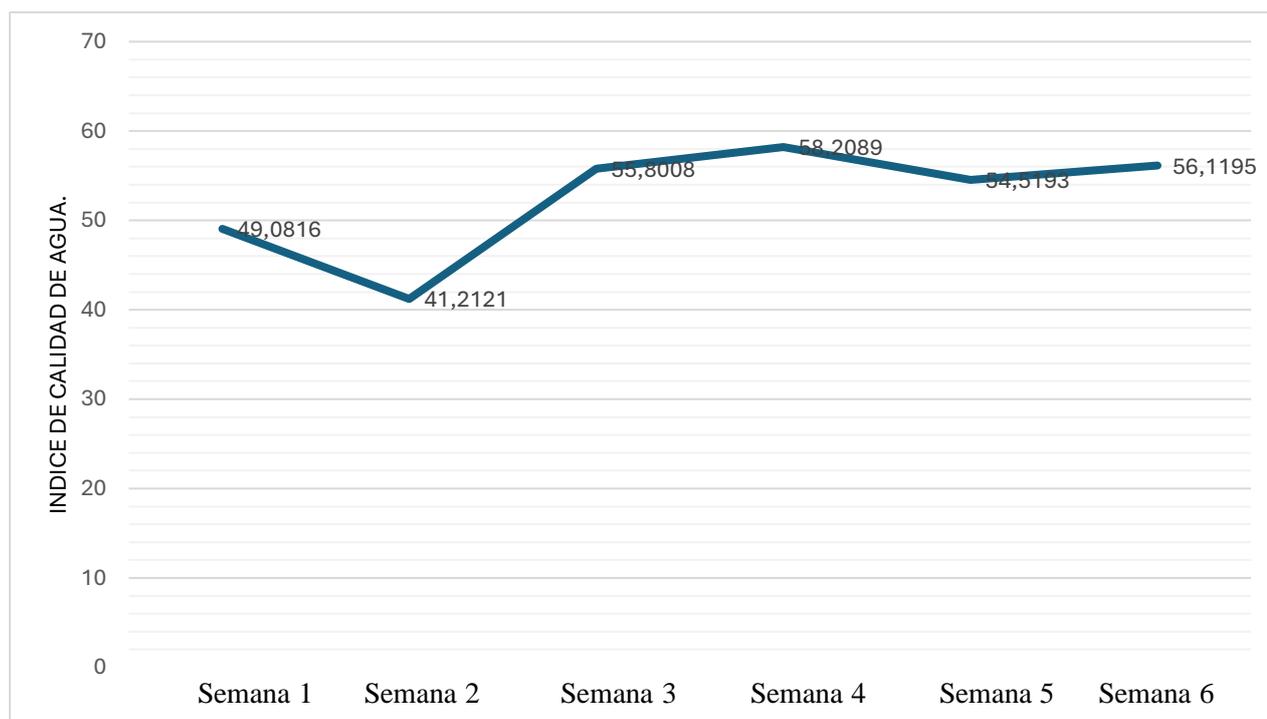
**Tabla 10***Tabulación final del ICA del Laboratorio 2.*

FECHAS	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
ICA	49,0816	41,2121	55,8008	58,2089	54,5193	56,1195

Nota. Cuadro final con sus promedios ICA para graficar y ver sus respectivas variaciones en plano.

**Figura 26**

*Variación de valores ICA del Laboratorio 2.*



Nota. Representación en grafica de los resultados en los diferentes periodos de estudio.

Utilizando la tabla de cálculo del ICA y según los rangos establecidos por esta técnica, en el laboratorio 2 se registraron los siguientes valores durante abril y mayo: en la semana 1 se obtuvo un valor de 49.0816, indicando un estado de agua de calidad malo; en la semana 2, se registró un valor de 41.12121, también clasificado como calidad mala. Sin embargo, hubo una considerable variación en la semana 3 con un valor de 55.8008, lo cual indica un estado de agua de calidad medio. En la semana 4, se obtuvo un valor de 58.2089, nuevamente clasificado como calidad media, al igual que el valor registrado en la semana 5 (54.5193) y semana 6 (56.1195) (Figura 26). De acuerdo con los rangos establecidos por el ICA y considerando los resultados iniciales de calidad mala, se confirma que el estado del agua en el laboratorio 2 mejoró a calidad media en las fechas subsiguientes de monitoreo.

**Tabla 11***Tabulación de resultados ICA del Laboratorio 3.*

Prueba	Resultado	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
OD	1.4	% sat	1.33	0,17	0,2261
Coliformes Fecales	4400	#/100 mL	63.52	0,16	10,1632
pH	8		82.92	0,11	9,1212
DBO	31.5	mg/L	8.14	0,11	0,8954
Temperatura	27	Grados Celsius	13.54	0,1	1,354
Fosfato Total	3.10	mg/L PO4-P	5.84	0,1	0,584
Nitratos	16.4	mg/L NO3	36.56	0,1	3,656
Turbidez	86	UNT	17	0,08	1,36
STD	29.4	mg/L	83.75	0,07	5,8625
Índice Calidad de Agua				33,2224	

Nota. Tabulación del método ICA para sus respectivos resultados de los parámetros dentro del estudio.

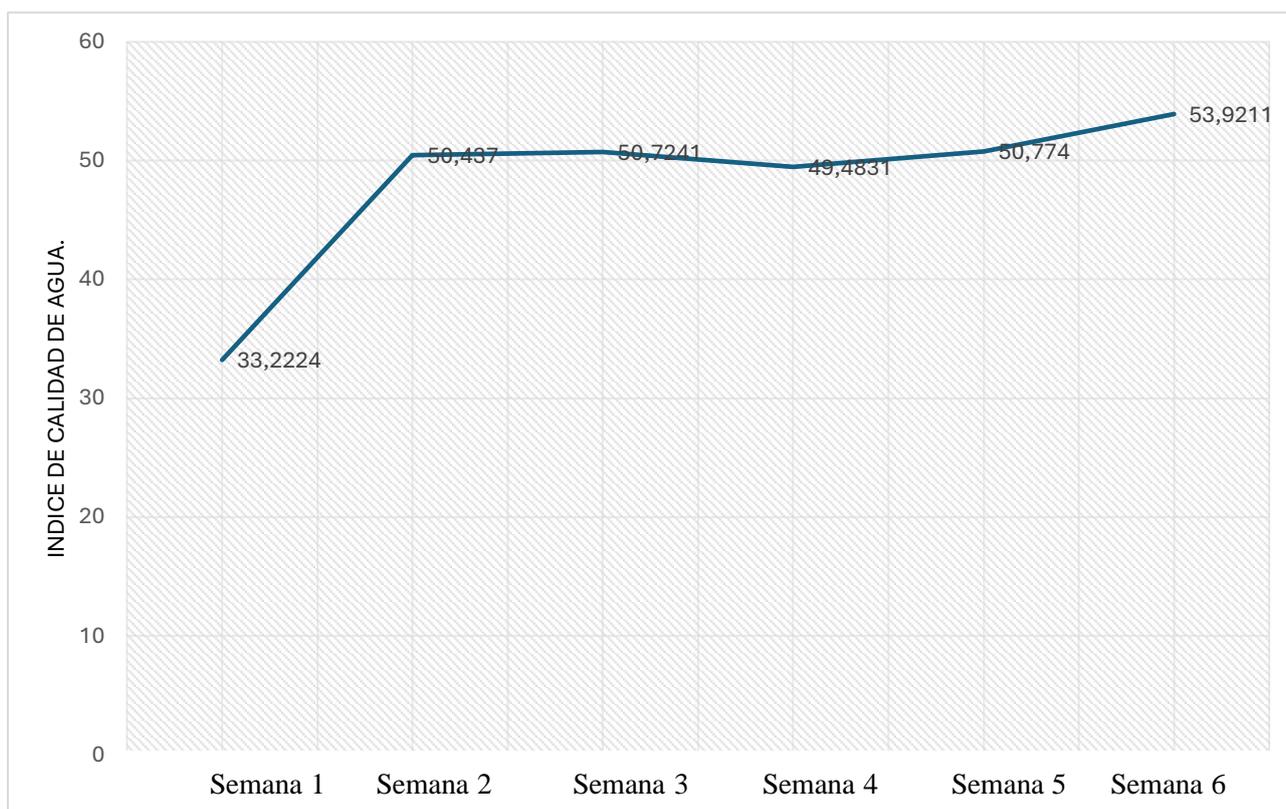
**Tabla 12***Tabulación final del ICA del Laboratorio 2.*

FECHAS	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
ICA	33,2224	50,437	50,7241	49,4831	50,774	53,9211

Nota. Cuadro final con sus promedios ICA para graficar y ver sus respectivas variaciones en plano.

**Figura 27**

*Variación de valores ICA del Laboratorio 3.*



Nota. Representación en grafica de los resultados en los diferentes periodos de estudio.

Utilizando la tabla de cálculo del ICA y según los rangos establecidos por esta técnica, en el laboratorio 3 se registraron los siguientes valores durante abril y mayo: en la semana 1 se obtuvo un valor de 33.2224, indicando un estado de agua de calidad malo. Sin embargo, hubo una considerable variación en la semana 2 con un valor de 50.437, lo cual indica un estado de agua de calidad media. En la semana 3, se registró un valor de 50.7241, clasificado también como calidad media, pero la variación se observó en la semana 4 con un valor de 49.4831, lo que indica un estado de agua de calidad malo. En la semana 5, el valor cambió nuevamente a 50.774, clasificado como calidad media, y en la semana 6 se registró un valor de 53.9211, indicando un estado de agua de calidad media (Figura 27). Según los rangos establecidos por el ICA y considerando los resultados

iniciales de calidad mala, se confirma que el estado del agua en el laboratorio 3 mejoró a calidad media en las fechas subsiguientes de monitoreo.

**Tabla 13**

*Tabulación de resultados ICA de la Muestra Compuesta de Mar.*

Prueba	Resultado	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
OD	7.1	% sat	5.44	0,17	0,9248
Coliformes Fecales	1380	#/100 mL	73.95	0,16	11,832
pH	7		88	0,11	9,68
DBO	3.5	mg/L	66.67	0,11	7,3337
Temperatura	25	Grados Celsius	16.3	0,1	1,63
Fosfato Total	0.65	mg/L PO4-P	54.88	0,1	5,488
Nitratos	6.4	mg/L NO3	62.63	0,1	6,263
Turbidez	10	UNT	80	0,08	6,4
STD	40.4	mg/L	85.52	0,07	5,9864
Índice Calidad de Agua					55,5379

Nota. Tabulación del método ICA para sus respectivos resultados de los parámetros dentro del estudio.

**Tabla 14**

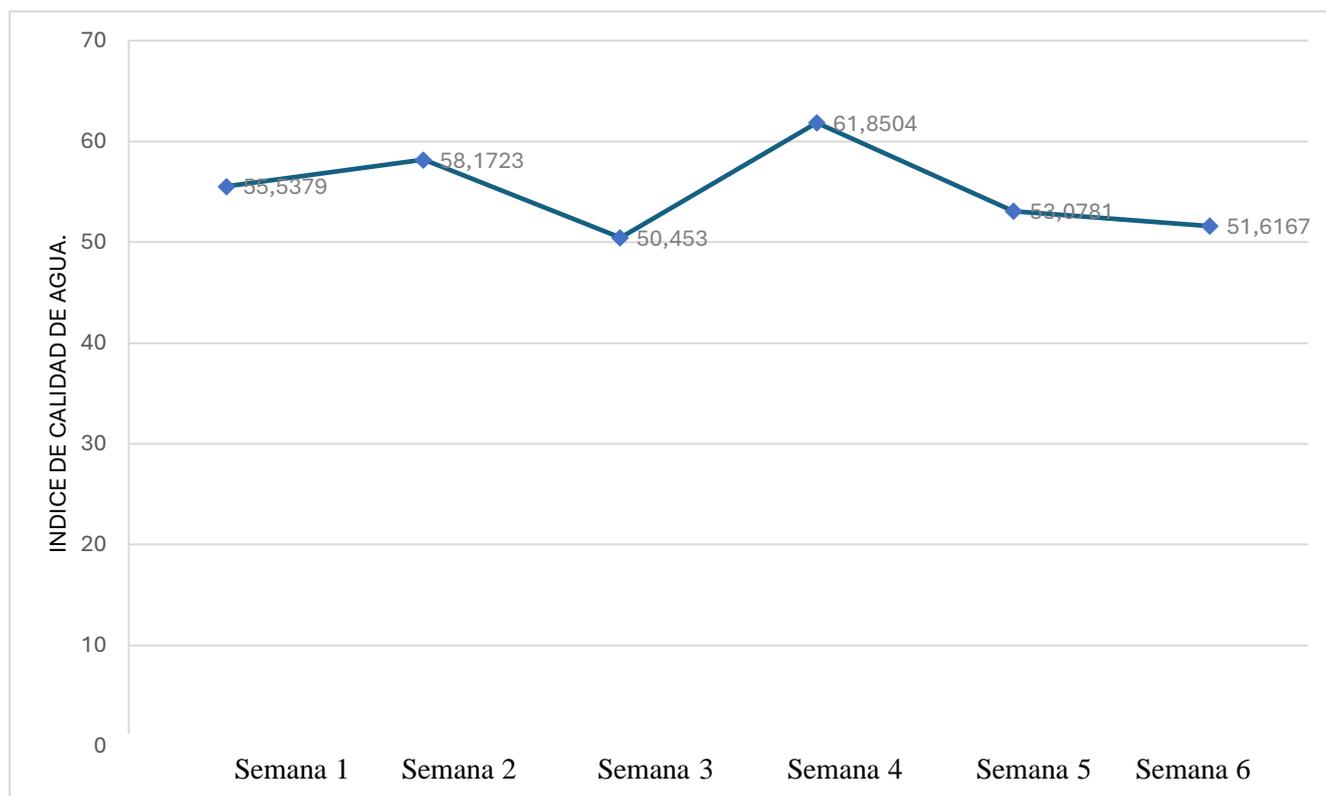
*Tabulación final del ICA de la Muestra Compuesta de Mar.*

FECHAS	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
ICA	55,5379	58,1723	50,453	61,8504	53,0781	51,6167

Nota. Cuadro final con sus promedios ICA para graficar y ver sus respectivas variaciones en plano.

**Figura 28**

*Variación de valores ICA de la Muestra Compuesta del Mar.*



Nota. Representación en grafica de los resultados en los diferentes periodos de estudio.

Utilizando la tabla de cálculo del ICA y siguiendo los rangos establecidos por esta técnica, en el punto 4, que corresponde a la Muestra Compuesta del Mar, se registraron los siguientes valores durante abril y mayo: en la semana 1 se obtuvo un valor de 55.5379, indicando un estado de agua de calidad media. En la semana 2 se registró un valor de 58.1723, también clasificado como calidad media. En la semana 3, el valor obtenido fue de 50.453, lo que significa que el estado del agua fue de calidad media, mientras que en la semana 4 se obtuvo un valor de 61.8504, indicando igualmente calidad media. En la semana 5, el valor fue de 52.0781, y en la semana 6 se registró un valor de 51.6167, ambos indicativos de calidad media (Figura 28). Según los rangos establecidos por el ICA y considerando los valores medios obtenidos en todas las fechas para la Muestra Compuesta

del Mar, se confirma que el estado del agua fue de calidad media en todas las fechas de monitoreo.

**Tabla 15**

*Tabulación de resultados ICA de la Muestra Compuesta del Canal.*

Prueba	Resultado	Unidad	Valor Q	Factor Ponderación	Subtotal
OD	5.9	% sat	4.72	0,17	0,8024
Coliformes Fecales	6000	#/100 mL	60.69	0,16	9,7104
pH	8		82.92	0,11	9,1212
DBO	5.5	mg/L	53.37	0,11	5,8707
Temperatura	26	Grados Celsius	14.92	0,1	1,492
Fosfato Total	0.54	mg/L PO4-P	60.65	0,1	6,065
Nitratos	3.7	mg/L NO3	76.42	0,1	7,642
Turbidez	18	UNT	68	0,08	5,44
STD	38.3	mg/L	85.19	0,07	5,9633
Índice Calidad de Agua					52,107

Nota. Tabulación del método ICA para sus respectivos resultados de los parámetros dentro del estudio.

**Tabla 16**

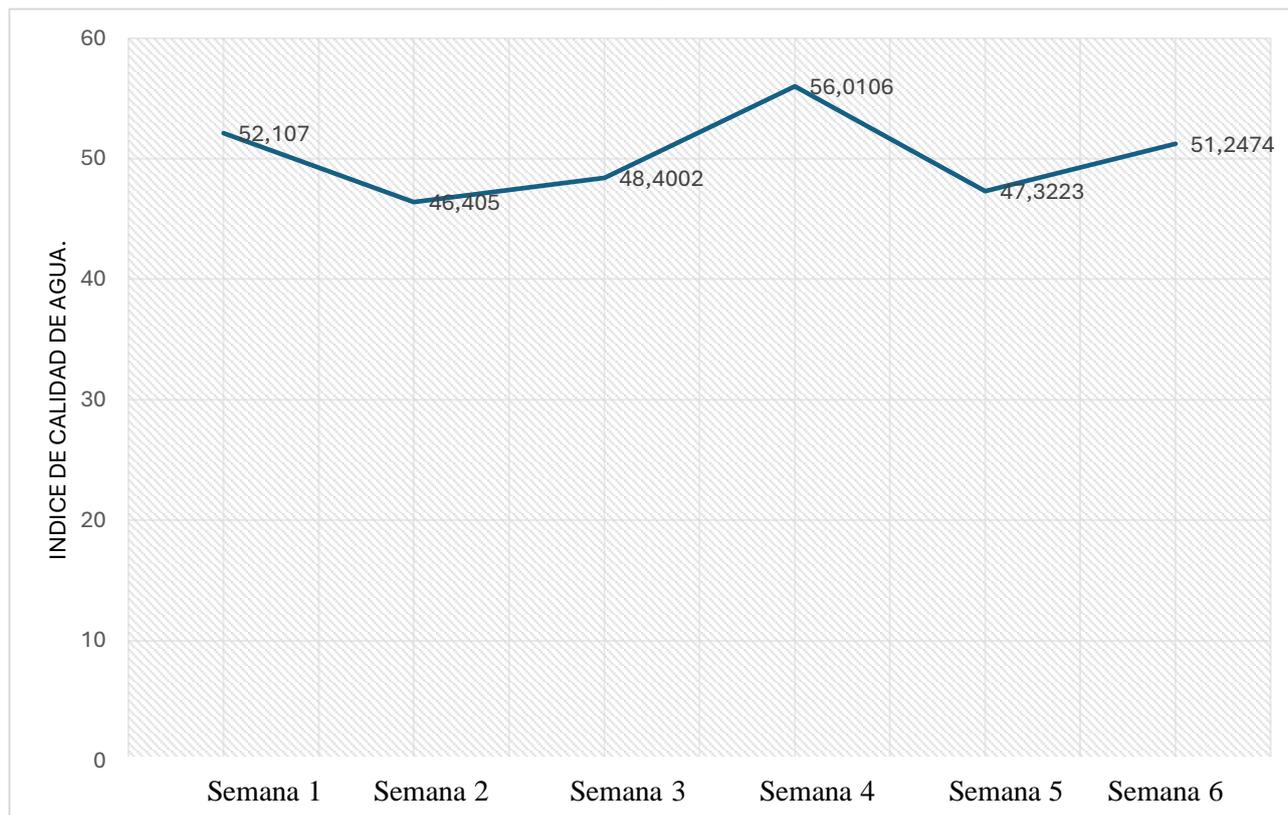
*Tabulación final del ICA de la Muestra Compuesta de Canal.*

FECHAS	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
ICA	52,107	46,405	48,4002	56,0106	47,3223	51,2474

Nota. Cuadro final con sus promedios ICA para graficar y ver sus respectivas variaciones en plano.

**Figura 29**

*Variación de valores ICA de la Muestra Compuesta del Canal.*



Nota. Representación en grafica de los resultados en los diferentes periodos de estudio.

Utilizando la tabla de cálculo del ICA y basándonos en los rangos establecidos por esta técnica, en el punto 5, que corresponde a la Muestra Compuesta del Canal, se registraron los siguientes valores durante abril y mayo: en la semana 1 se obtuvo un valor de 52.107, indicando un estado de agua de calidad media. Sin embargo, en la semana 2 se registró un valor de 48.405, clasificado como calidad mala. En la semana 3, el valor obtenido fue de 48.4002, también considerado como calidad mala. Posteriormente, en la semana 4 se obtuvo un valor de 56.0106, indicando calidad media. En la semana 5, el valor fue de 47.3223, nuevamente indicando calidad mala, y finalmente, en la semana 6 se registró un valor de 51.2474, indicativo de calidad media (Figura 29). Según los rangos establecidos por el ICA, inicialmente se consideró calidad media en la primera fecha para

la Muestra Compuesta del Canal, pero en las fechas siguientes se observó un cambio hacia calidad mala, con una tendencia hacia calidad media en las últimas fechas de monitoreo.

#### **4.5 Relación de los resultados del estudio con las normativas ambientales del Ecuador comprobando su impacto en las aguas residuales.**

Dentro de la legislación ambiental donde se aborda una amplia gama de temas relacionados con el medio ambiente, incluyendo la calidad del agua y la gestión de residuos. Establece estándares, procedimientos y responsabilidades legales para garantizar que las actividades humanas no tengan un impacto negativo desmedido en el entorno natural para poder así dar la comparación en la cual los límites de descarga de agua marina tienen cierto rango en los siguientes parámetros que utilizamos como Coliformes fecales, Dbo (5 días), temperatura, sólidos totales disueltos, fosfato, nitrato, ph, oxígeno disuelto donde podemos comprobar que no influye al impacto ambiental en la zona de Mar Bravo ya que son resultados favorables.

La normativa ambiental del Ecuador tiene un impacto significativo en el tratamiento de aguas residuales, regulando las descargas y estableciendo estándares para garantizar la protección del entorno natural.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 DISCUSIÓN

Para este proyecto de investigación actual, se llevó a cabo con el objetivo de analizar los efluentes de los cultivos larvarios y saber su impacto en el medio ambiente que se encuentra en Mar Bravo. Según Kourous (2023) menciona que se implementó normativas, programas para medir y controlar la calidad de agua que se vierte en ríos, lagos y otros cuerpos de agua por la necesidad de controlar la contaminación en las descargas de efluentes además de la presencia de residuos líquidos generados por actividades humanas, industrias y actividades dentro de la acuicultura.

Durante la investigación, se evaluó la concentración de oxígeno disuelto, crucial para la vida acuática (Bermúdez, 2020). Los resultados mostraron una consistencia en los valores a lo largo del estudio, manteniéndose en un rango de 4 a 4.5 mg/l, lo cual está en línea con lo reportado previamente por Cuéllar et al. (2017).

La temperatura se mantuvo en un rango de 32 °C a 33 °C, valores que coinciden con la recomendación de Ching (2019) y Varoni (2019). Según Hill et al. (2017), se recomienda un rango de temperatura óptimo para investigaciones que implican el análisis de efluentes y afluentes. Este hallazgo coincide con lo observado por los autores, quienes encontraron variaciones significativas entre las temperaturas de las muestras obtenidas del fondo y las muestras de la superficie del cuerpo de agua. Además, destacaron que la relación entre la temperatura y la profundidad del agua contribuye a estas variaciones, reflejando las diferentes condiciones ambientales. Sin embargo, en la presente investigación se registraron valores de temperatura entre 26 a 30 °C estos cambios de temperatura se deben al control en un cultivo larvario a diferencia de los otros autores que fueron en un ambiente natural.

La concentración de pH del agua en el estudio osciló entre 7 y 8 durante los diferentes estadios de producción analizados, según lo recomendado por Balakrishnan et al. (2018), quienes sugieren un rango favorable de pH entre 7.6 y 8.6 para efluentes en diversos estadios. Se observó que el pH tiende a disminuir con la profundidad debido a la reducida actividad fotosintética en las capas más profundas (Rosemond et al., 2008).

En cuanto al afluente, generalmente el pH se encuentra entre 6.5 y 8.5, aunque pueden existir variaciones ligeras. Valores extremadamente altos o bajos, como por encima de 9.6 o por debajo de 4.5, pueden causar estrés o incluso la muerte de los organismos (Crites y Tchobanoglous, 2020).

En relación con los sólidos disueltos totales (SDT), los resultados indican que esta variable se mantiene dentro del rango de 30 a 40 mg/l en los análisis de efluentes. Estos valores son considerablemente inferiores a los reportados por Rubio-Arias et al. (2022) para el agua de la presa Luis L. León, donde se encontraron concentraciones de 770.58 mg/L. Hill et al. (2017), por otro lado, informaron de valores más bajos de SDT en la parte alta de la cuenca, mientras que las concentraciones más altas se detectaron en el embalse ubicado en la parte baja de la cuenca. Estas diferencias se deben al arrastre de suelos y otros desechos agrícolas e industriales en las presas de agua (Quiroz, García, Molina, Díaz, & Trujillo, 2020), en contraste con los cultivos de camarón donde el agua marina pasa por procesos de filtración y tratamiento, resultando en concentraciones mínimas de SDT.

La presencia de nitratos y fosfatos en los efluentes de los cultivos larvarios está asociada con residuos de fertilizantes y puede indicar contaminación fecal por microorganismos como los coliformes (Bolaños, Cordero, & Segura, 2017). En la muestra compuesta del canal de efluentes de los laboratorios de larva en este estudio, la concentración de nitrato fue notablemente alta, alcanzando los 15 mg/l. En cuanto al parámetro de fosfato, al igual que con el nitrato, la concentración más alta fue el Laboratorio 2 con 2,20 mg/l. Esto debido a los diferentes estadios que existió en estos 3 laboratorios como principales análisis de efluentes.

Los resultados del parámetro de turbidez se mantuvieron en un rango de 44 a 25 Unidades de Turbidez Nefelométricas (UTN), valores que son inferiores a los obtenidos por Alatorre et al. (2023), quienes registraron una turbidez media de 11.86 UTN en la presa La Boquilla. Estas discrepancias se explican por las diferentes profundidades de muestreo en cada estudio; en este estudio, las muestras se tomaron en los efluentes de cultivos larvarios de camarón a profundidades de hasta 1 metro. Según Rubio-Arias et al. (2022), los sólidos tienden a sedimentarse, lo que explica lecturas más altas cuando se toman muestras a mayores profundidades.

El análisis de coliformes, donde el límite permisible es de 2000 NMP/100 ml, es parte de los parámetros de calidad de agua que frecuentemente se utilizan como indicadores bacterianos de la calidad sanitaria de alimentos y agua. Dado que el camarón es consumido por humanos, debe cumplir con condiciones sanitarias adecuadas antes, durante y después del cultivo. La presencia de coliformes totales y fecales indica la posible presencia de otros organismos patógenos de origen fecal, como bacterias, virus o protozoos parásitos. pluricelulares, los coliformes son bioindicadores de bacterias que influyen en los efluentes de los cultivos larvarios por la presencia de los residuos del camarón de su alimentación varia en la parte orgánica y química donde los valores de la investigación estuvieron dentro de 550 a 1000 NMP/100 ml, no hubo una diferencia significativa en lo referente a coliformes (Swistock, 2020).

## 5.2 CONCLUSIONES

- En los parámetros físicos – químicos como el oxígeno disuelto, temperatura, pH, nitrato, fosfato, sólidos disueltos totales, demanda bioquímica de oxígeno y turbidez se encontraron dentro de los rangos aceptables de calidad de agua.
- Mientras que en los microbiológicos se obtuvo una varianza más en lo que respecta en TCBS por el crecimiento de *vibrios* en las placas y en Coliformes solo se obtuvo crecimiento en totales ya que no hubo presencia de fecales.
- En cuanto la identificación de las poblaciones de *Vibrionaceae* y *Enterobacterias* mediante la microbiología se obtuvo en una tinción gram para su reconocimiento y poder cuantificar en una tabulación de cuantas poblaciones existe dentro en *vibrios*: amarillas, verdes y negras y así poder identificar en coliformes donde existen: totales y fecales en los efluentes y afluentes donde se pudo comprobar la existencia de *vibrios* amarillos en UFC y en coliformes no existió una diferencia ya que en su conteo de colonias solo se obtuvo totales y ausencia de fecales dentro de la investigación.
- En la comparación de los resultados de afluentes y efluentes de la zona de estudio se aplicó el método ICA se pudo evaluar la calidad del agua en los cinco puntos de estudio, y los hallazgos finales indican que se mantiene en un estado de calidad aceptable. Buena, a diferencia que existen cambios en su calidad, de estado Buena a estado malo. Esto se debe por los diferentes puntos donde se recolectó la muestra y los estadios que existieron en los 3 laboratorios tomando en cuenta las 2 muestras más que son compuestas y una de ellas es afluente teniendo al mar de referencia para así comprobar su estado de calidad.

- Y Finalmente la relación de los resultados del estudio con las normativas ambientales del Ecuador donde comprobó la hipótesis nula donde no existe un impacto con las aguas residuales que evacuan los laboratorios ya que cumple con los rangos establecidos dentro del TULSMA por ende existe un tratamiento y cumplimiento de estos reglamentos.

### 5.3 RECOMENDACIONES

- Los efluentes de los laboratorios de cría de nauplios y larvas de camarón deben ser regularmente evaluados para conocer su estado antes de ser descargados al canal.
- Las unidades de producción mencionadas deben tratar sus efluentes de acuerdo con las directrices establecidas en el Libro VI, anexo 1, tabla 13 del TULSMA, antes de verterlos al canal.
- Es crucial que todos los laboratorios ubicados en Mar Bravo establezcan acuerdos con instituciones de educación superior para recibir capacitación y asesoría sobre los impactos ambientales derivados de la contaminación de ecosistemas naturales y artificiales.
- Los propietarios de los laboratorios podrían considerar la posibilidad de plantar mangles (*Rhizophora mangle*) en las orillas del canal. Esta especie, a través de sus raíces, podría filtrar parte de la contaminación del canal, facilitando la presencia de micro y macroorganismos debido al alto contenido de materia orgánica que genera.
- Deberían realizarse más estudios exhaustivos para identificar las posibles fuentes de contaminación en ecosistemas naturales y artificiales, así como los efectos que podrían tener sobre los componentes bióticos. En referencia a los resultados obtenidos, los propietarios de los Laboratorios de cultivos larvarios, se ha considerado en recomendar la aplicación de tratamientos para el agua antes de ser liberadas al canal y regirse a la norma establecida en el libro VI anexo1, tabla 13 del TULSMA.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- Alatorre, L., Amado, J., & Ramírez, O. (2013). Desarrollo de un modelo predictivo para evaluar la calidad del agua en embalses de Chihuahua utilizando tecnología de percepción remota. En *Dinámicas locales del cambio ambiental global: Aplicaciones de percepción remota y análisis espacial en la evaluación del territorio* (pp. 319-337). Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.
- Beltrán, R., Ramírez, J., & Sánchez, J. (2012). Estudio sobre las variaciones de temperatura y oxígeno disuelto en la presa Picachos. *Revista Mexicana de Hidrobiología*, pp. 94-98.
- Bellingham K (2009) Parámetros físicoquímicos del agua natural. Stevens Water Monitoring Systems, Inc. Disponible en <http://www.stevenswater.com/articles/waterparameters.aspx>. Consultado el 22 de octubre de 2012.
- Bermudes, F., Nieves, M., Medina, A., Román, C., Flores, L., Ortega, A., & Piña, P. (2017). Impacto de la temperatura y salinidad en el desarrollo larval de *Litopenaeus vannamei*. *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 611-615.
- Bolaños, J., Cordero, G., & Segura, G. (2017). Evaluación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos como indicadores de contaminación en dos cantones de Alajuela, Costa Rica. *Tecnología en Marcha*, 15-27.
- Carrillo, P. (2013). Variabilidad del oxígeno disuelto en estaciones fijas ecuatorianas entre 1988 y 2013. *Acta Oceanográfica del Pacífico*. Recuperado de [https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas\\_oceanograficas/acta18/OCE1801\\_4.pdf](https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta18/OCE1801_4.pdf)

- Chang, J. (2019). Calidad del agua. Escuela Superior Politécnica General, Facultad de Ingeniería Marítima y Ciencias del Mar, Guayaquil. Consultado el 13 de enero de 2022.
- Fernández, M. (2017). Detección de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para centrifugas. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, 70-73.
- Fernández, N., & Solano, F. (2005). Índices de calidad y contaminación del agua. Universidad de Pamplona.
- Frías, M., & Páez, F. (2003). Toxicidad de los compuestos de nitrógeno en camarones. Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Lenntech, B. V. (2009). FAQ sobre evaluación de la calidad del agua. Agua residual & purificación del aire Holding B. V.
- Swistock, B. (2020). Bacterias coliformes. Universidad Estatal de Pensilvania. Recuperado de <https://extension.psu.edu/bacteriascoliformes#:~:text=Las%20bacterias%20coliformes%20fecales%20son,aguas%20residuales%20o%20desechos%20animales.>
- Aguas Manizales. (2007). Estudio de factibilidad para la recuperación y mantenimiento de la calidad de la cuenca del río Chinchiná – Fase I. Contrato No. 2005-0189. Manizales, p. 109.
- Arancibia & Díaz-González (1977), además de ser un indicador de calidad del agua (Todd, 1973).
- Barrenechea, A. (2004). Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua. Editorial Acribia, Lima - Perú, 86 p.

- Brañez Roy (2013). Demanda Bioquímica de Oxígeno. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Escuela de formación profesional de Ingeniería Ambiental.
- Brown, R.M., Mcclelland, N., Deininger, R.A., & Tozer, R.G. (1970). Un índice de calidad del agua - Nos atrevemos? Proceedings of the National Symposium on Data and Instrumentation for Water Quality Management, Conference of State Sanitary Engineers and Wisconsin University, Madison, WIS, p. 364-383.
- Comunidad Andina (CAN) (2005). Manual de estadísticas ambientales. Editorial Nomos, Santa Cruz de la Sierra, p. 31-45.
- Debels, P., Figueroa, R., Urrutia, R., Barra, R., & Niell, X. (2005). Evaluación de la calidad del agua en el río Chillán (Chile central) utilizando parámetros fisicoquímicos y un índice modificado de calidad del agua. Revista Environmental Monitoring and Assessment, 110(1-3).
- Espigares García, M., & Fernández-Crehuet, M. (1999). Caracteres fisicoquímicos del agua para consumo público. En Estudio sanitario del agua (eds). Editorial Universidad de Granada, Granada, p. 85-114.
- Fernández, N., & Solano, F. (2005). Índices de calidad y contaminación del agua. Universidad de Pamplona.
- Lenntech, B. V. (2009). FAQ sobre evaluación de la calidad del agua. Agua residual & purificación del aire Holding B. V.
- Lobato-Sánchez, R., & Altamirano-del-Carmen, M. (2017). Detección de la tendencia local del cambio de temperatura en México. Tecnología y Ciencias del Agua, 08(6), 101-116.
- Forbes, B., Sahm, D., & Weissfeld, A. (2009). Diagnóstico Microbiológico. 12<sup>a</sup> edición. Editorial Panamericana S.A., Argentina.

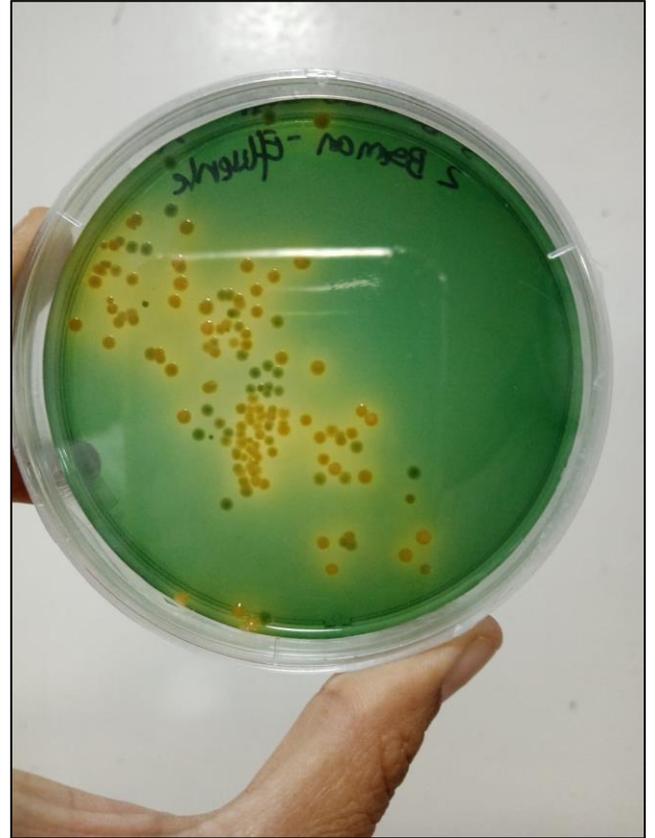
- Sabouraud Media (pH bajo) Sabouraud Dextrose Agar.
- Anderson, Cindy (2013). Grandes aventuras en el laboratorio de microbiología. Pearson, p. 175-176. ISBN 9781269390682.
- Pérez Álvarez, F., & Valera Núñez, M.A. (2009). Ciencias Naturales para Secundaria Básica: Octavo Grado: Proyecto de Contenido. Material digitalizado.
- Egas, Eduardo (1992). Perspectivas del Sector Camaronero del Ecuador. Ponencia en el Primer Congreso Ecuatoriano de Acuicultura. Editor Jorge Calderón Velásquez.
- Faidutti, Paulo (1992). Estado actual de la industria de alimentos balanceados para la acuicultura. Ponencia en el Primer Congreso Ecuatoriano de Acuicultura. Editor Jorge Calderón Velazquez.
- Borbor, M. (2005). Caracterización de comunidades bacterianas en sistemas de engorde de camarón mediante electroforesis en geles de gradiente desnaturalante (DGGE). Tesis de Biólogo Marino, UPSE, Ciencias del Mar, Santa Elena, Ecuador.
- Bou, G., Fernández-Olmos, A., García, C., Sáez-Nieto, J.A., & Valdezate, S. (2011). Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. Enfermedades infecciosas en microbiología clínica, ELSEVIER DOYMA, 29(8), 601-608.
- Ching, R., Ahmed, K., Boutros, P., Penn, L., & Bazett-Jones, D. (2014). Identificación de asociaciones de loci génicos con cuerpos nucleares de leucemia promielocítica utilizando inmunoprecipitación TRAP. American Society of Clinical Oncology, 192-199.
- Cornelis, P. (2008). Pseudomonas: Genómica y Biología Molecular. Primera edición. Caister Academic Press.

- Cruz, T. (2000). Fiebre del oro rosa: acuicultura de camarón, sostenible. México: Journal of Political Ecology 7.
- Darwin, C. (1880). El origen de las especies por medio de la selección natural o la preservación de las razas en la lucha por la vida (2ª edición). Madrid: Lucuix y Compañí.
- Espinoza, J. (2014). Estudio microbiológico del agua en diferentes puntos de recorrido de un laboratorio de larvicultura. Tesis previa a la obtención del título de Acuacultor, Facultad de Ingeniería Marítima, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1-84.
- FAO (2010). Programa de información de especies acuáticas. *Penaeus vannamei* (Boone, 1931).
- Hernández, G., Ullo, P., Vergara, O., T., & Cabello, C. (2005). Infecciones por *Vibrio parahaemolyticus* e intoxicaciones por algas: problemas emergentes de salud pública en Chile. *Revista Médica de Chile*, 133(9), 1081-1088.
- Hernández-Zulueta, J., Leal, S., Lugioyo, M.S., Rafael, & Curbelo, O.E. (2014). Microbiota bacteriano asociada a los cultivos de dos especies de microalgas bentónicas. *Revista de Investigaciones Marinas*, 34(1), 104-120.
- Ibarra, G., González, G., Galavíz, S., Zinnia, J., Molina, G., & Luna, B. (2007). Vibriosis asoci

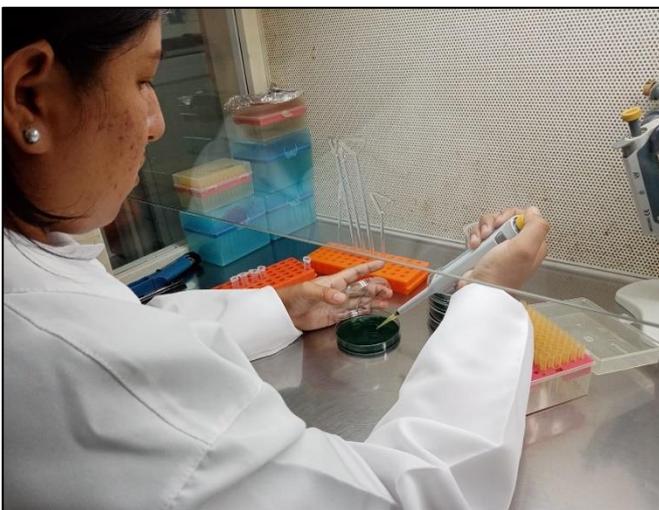
## 11. ANEXOS



**Figura 30.** Conteo de UFC de las placas en el contador de colonias.



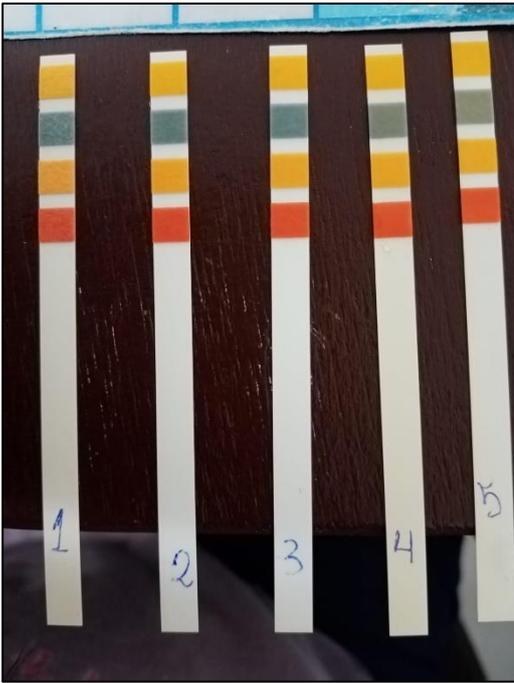
**Figura 31.** Observación de colonias verdes, amarillas y negras en el agar TCBS.



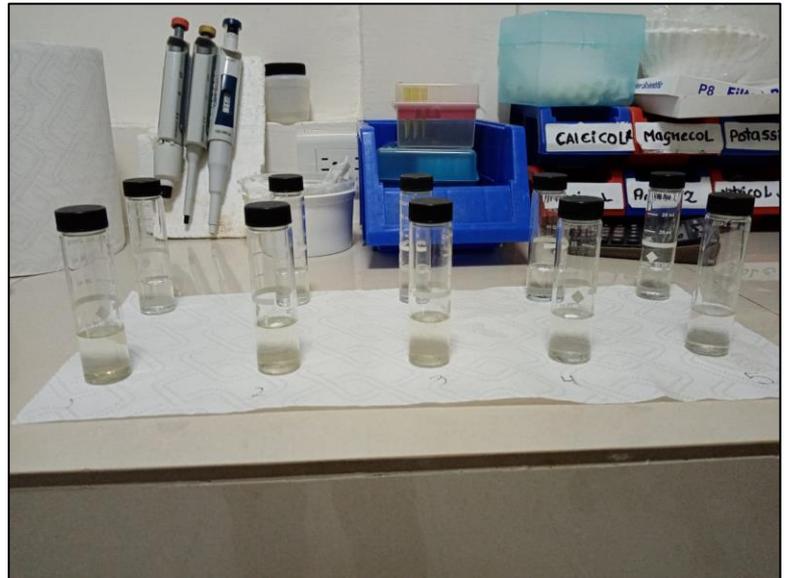
**Figura 32.** Inoculación de la muestra de agua en el agar TCBS.



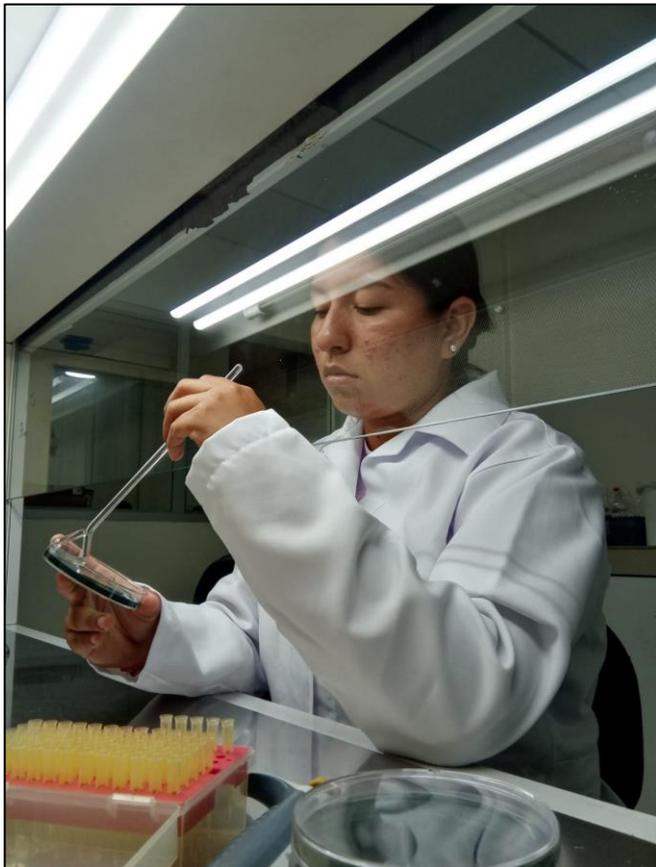
**Figura 33.** Placas listas para su incubación durante 24 horas.



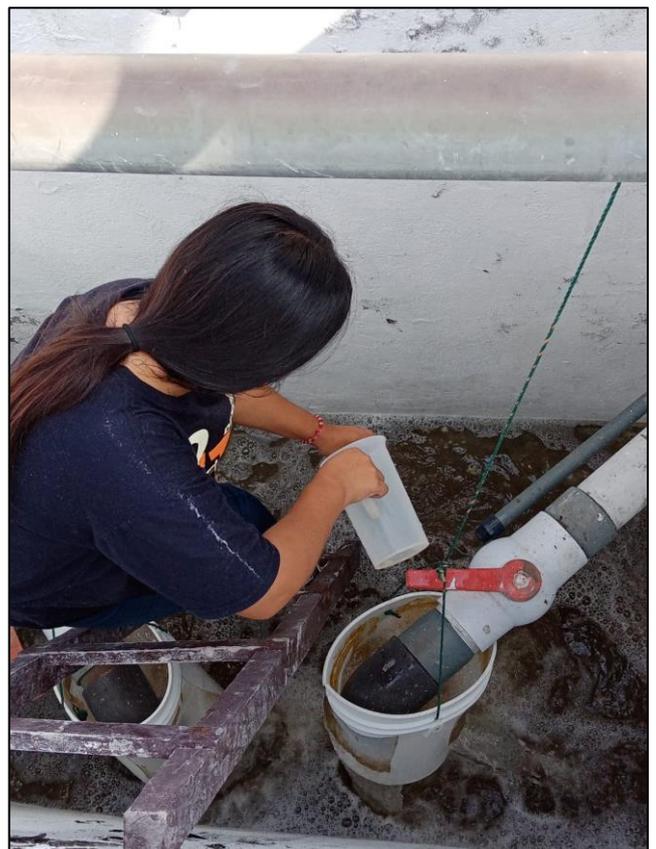
**Figura 34.** Tiras de pH para su lectura en la colorimetría.



**Figura 35.** Tubos de ensayo para el Nitrato de las muestras de agua.



**Figura 36.** Barrido en la placa TCBS con las muestras de agua.



**Figura 37.** Recolección del efluente en el ducto del laboratorio 2.



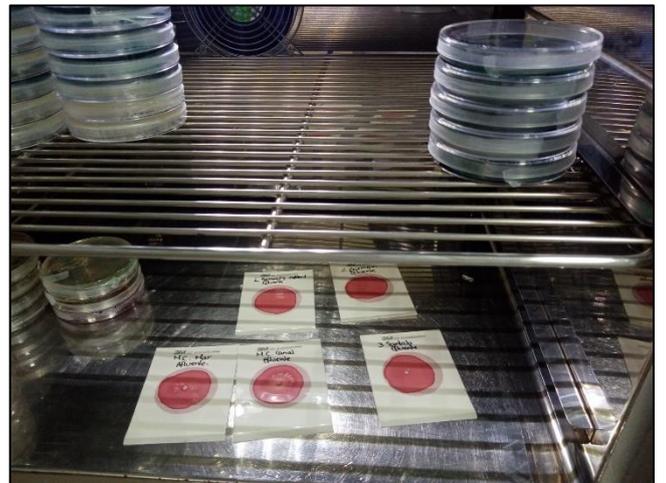
**Figura 38.** Pipeteo de la muestra de agua en los tubos para la prueba de nitrato.



**Figura 39.** Recolección del efluente en el ducto del laboratorio 3.



**Figura 40.** Inoculación de las muestras de agua en la placa de Coliformes.



**Figura 41.** Coliformes listos para su incubación durante 24 horas.



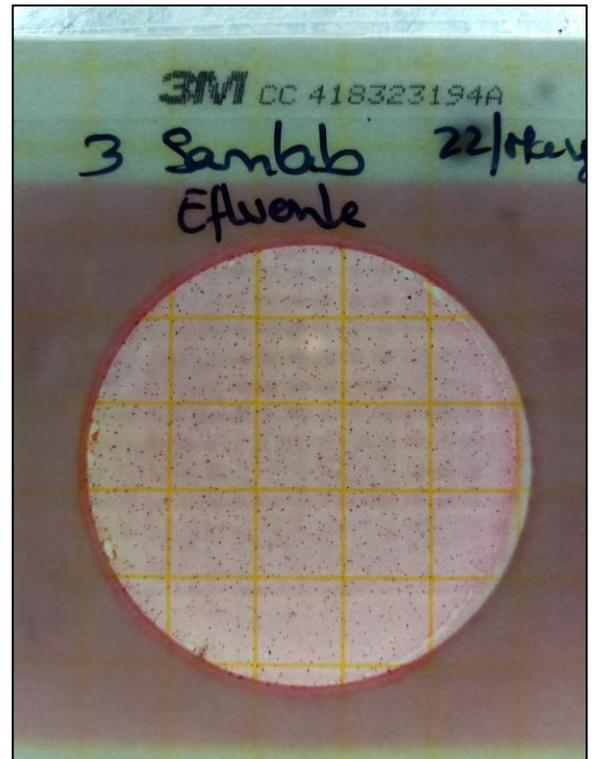
**Figura 42.** Lectura de nitrato en el equipo HANNA.



**Figura 43.** Recolección del efluente del canal para la muestra compuesta.



**Figura 44.** Rotulación de los tubos para su análisis.



**Figura 45.** Placa de Coliforme para su lectura de colonias.

INFORME DE ANÁLISIS SSA - 12475 - 2024

1. Información general

SOLICITUD DE ANÁLISIS	SSA - 12475 - 2024
FECHA DEL INFORME	2 de mayo de 2024

Datos del Cliente

NOMBRE DEL CLIENTE	Ing. Daniela Saraguro
NOMBRE DE LA EMPRESA	DANIELA SARAGURO
DIRECCIÓN	SANTA ELENA
TELÉFONO	-

Datos de la muestra/ensayo

TIPO DE MUESTRA	AGUA		
DATOS DEL MUESTREO	Realizados por el cliente		
LUGAR DE MUESTREO	Realizados por el cliente		
FECHA DE MUESTREO	01/05/2024		
FECHA/HORA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA	01/05/2024	Hora:	2:31 p. m.
FECHA DE ENSAYO	Inicio	01/05/2024	Fin: 01/05/2024
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura (°C)	24,8	Humedad % 43
MÉTODO UTILIZADO	Hach		

2. Resultados

CÓDIGO DEL CLIENTE	CÓDIGO NG	FÓSFORO ( P ) mg/l	FÓSFATO ( PO 4 - ) mg/l
LABORATORIO 1 ( GENESIS - EFLUENTE )	SSA - 12475 - 2024	0.29	0.87
LABORATORIO 2 ( S. PRISCILA BORMAN - EFLUENTE )	SSA - 12475 - 2024	0.19	0.58
LABORATORIO 3 ( SANLAB - EFLUENTE )	SSA - 12475 - 2024	0.16	0.48
MUESTRA COMPUESTA DEL CANAL DE EFLUENTE ( MAR )	SSA - 12475 - 2024	0.02	0.05
MUESTRA COMPUESTA DEL CANAL DE EFLUENTE	SSA - 12475 - 2024	0.28	0.86
	<b>MÉTODOS</b>	<b>Hach 8190</b>	<b>Hach 8190</b>
	<b>RANGOS</b>	<b>0.5 - 1.0</b>	<b>0.01 - 1.0</b>

Figura 46. Resultados de Fosfato en el laboratorio de análisis Nueva Gestión.

Parameter inputs used in Overall Water Quality Index calculation:	
Dissolved Oxygen Sat (%) Input:	4.6
DO Weight:	0.17
DO Weight Normalized:	0.17
DO Q-Value:	<b>3.86</b>
<hr/>	
Fecal Coliform or E. coli (Colony count per 100mL) Input:	70
FC Weight:	0.16
FC Weight Normalized:	0.16
FC Q-Value:	<b>59.29</b>
<hr/>	
pH Input:	7
pH Weight:	0.11
PH_weight_NORM	<b>0.11</b>
<hr/>	
Biochemical Oxygen Demand (BOD) in mg/L (ppm) Input:	7.1
BOD Weight:	0.11
BOD Weight Normalized:	0.11
BOD Q-Value:	<b>45</b>
<hr/>	
Temperature Change (in degrees C) Input:	28
Temp Chg Weight:	0.10
Temp Chg Weight Normalized:	0.1
Temp Chg Q-Value:	<b>12.16</b>
<hr/>	
Total Phosphorus / Phosphate Units?	mg P/L (Units expressed as Phosphorus per Liter)
Total Phosphorus as Phosphorus (P/L) or Phosphate (PO4/L) in mg/L (ppm) Input:	0.98
TP Weight:	0.10
TP Weight Normalized:	0.1
TP Q-Value:	<b>40.66</b>

**Figura 47.** Resultados de ICA en la página de Índice de calidad del agua para aguas superficiales.

TABLA 10. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA MARINA				
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	
			(A) DESCARGAS EN ZONA DE ROMPIENTES	(B) DESCARGAS MEDIANTE EMISARIOS SUBMARINOS
Aceites y Grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0	30,0
Arsénico total	As	mg/l	0,5	0,5
Aluminio	Al	mg/l	5,0	5,0
Cianuro total	CN-	mg/l	0,2	0,2
Cínc	Zn	mg/l	10,0	10,0
Cobre	Cu	mg/l	1,0	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000	2000
Color	Color verdadero	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20	* Inapreciable en dilución: 1/20
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5	0,5
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	0,2
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200,0	400
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400,0	600
Hidrocarburos Totales de Petróleo.	TPH	mg/l	20,0	20,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia	Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	0,01
Nitrógeno Total kjedahl	N	mg/l	40,0	40,0
Potencial de hidrógeno	pH		6-9	6-9
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	250,0	250,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,5
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	µg/l	50,0	50,0
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	µg/l	100,0	100,0
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	0,25
Temperatura	oC		< 35	< 35
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5

\* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

**Figura 48.** Tabla de límites de la descarga a un cuerpo marino dentro de las normativas del TULSMA 2017.