



Universidad de Guayaquil

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

TEMA:

**DETECCIÓN DE SARS-CoV-2, *Escherichia coli* y COLIFORMES
FECALES EN EL ESTERO DATA DE POSORJA, PROVINCIA
GUAYAS-ECUADOR**

AUTOR: Alannis Danixa Suárez Abdo

TUTOR: Beatriz Pernía Santos, PhD.

GUAYAQUIL, MARZO 2021



Universidad de Guayaquil

**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL**

TEMA:

**DETECCIÓN DE SARS-CoV-2, *Escherichia coli* y COLIFORMES
FECALES EN EL ESTERO DATA DE POSORJA, PROVINCIA
GUAYAS-ECUADOR**

AUTOR: Alannis Danixa Suárez Abdo

TUTOR: Beatriz Pernía Santos, PhD.

GUAYAQUIL, MARZO 2021



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO XI



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	DETECCIÓN DE SARS-COV-2, <i>ESCHERICHIA COLI</i> Y COLIFORMES FECALES EN ELESTERO DATA DE POSORJA, PROVINCIA GUAYAS-ECUADOR		
AUTOR(ES) (apellidos/nombres):	SUÁREZ ABDO ALANNIS DANIXA		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES) (apellidos/nombres):	ARÉVALO CASTRO OLGA RAQUEL PERNÍA SANTOS BEATRIZ MARGARITA		
INSTITUCIÓN:	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL		
UNIDAD/FACULTAD:	FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES		
TERCER NIVEL:	INGENIERÍA AMBIENTAL		
GRADO OBTENIDO:	INGENIERA AMBIENTAL		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	MARZO 2021	NO. DE PÁGINAS:	80
ÁREAS TEMÁTICAS:	CIENCIAS AMBIENTALES		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	COLIFORMES FECALES, <i>ESCHERICHIA COLI</i> , ESTERO, SARS-COV-2		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>La finalidad de esta investigación fue determinar la presencia de SARS-CoV-2, <i>Escherichia coli</i> y coliformes fecales en el estero Data de Posorja, mediante la recolección de muestras de coliformes fecales en 4 sitios portuplicado y las muestras de SARS-CoV-2 obtenidas de forma puntual en los 4 sitios y en una salida de aguas residuales y la aplicación de las metodologías de la prueba de Número Más Probable y el análisis RT-qPCR, respectivamente. Se determinaron concentraciones de coliformes fecales de 10,1 a 192 NMP/100 mL, con concentraciones máximas de 460 NMP/100 mL, <i>Escherichia coli</i> de 6,5 a 50,7 NMP/100 mL y no se detectó cargas virales de SARS-CoV-2. Se tomaron parámetros fisicoquímicos de pH, temperatura en agua, salinidad, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y total de sólidos disueltos in situ, mostrando correlación entre dichos parámetros. Las máximas obtenidas demostraron contaminación fecal, además, se presentaron valores bajos de oxígeno disuelto y niveles altos de salinidad indicando que el agua se encuentra contaminada y no es apta para fines recreativos mediante contacto primario.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0991702393	E-mail: alannisdsuarez@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN:	Nombre: Blga. Monica Armas Soto Teléfono: 593 4 3080777 E-mail: info@fccnugye.com monica.armass@ug.edu.ec		



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO XII

**LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA
OBRA CON FINES ACADÉMICOS**

*Yo, Alannis Danixa Suárez Abdo, con C.I. No. 0930375803, certifico que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación, cuyo título es **DETECCIÓN DE SARS-CoV-2, Escherichia coli y COLIFORMES FECALES EN EL ESTERO DATA DE POSORJA, PROVINCIA GUAYAS-ECUADOR**, son de mi absoluta propiedad y responsabilidad, en conformidad al Artículo 114 del **CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN***, autorizo la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.*

Alannis-S.A.

ALANNIS DANIXA SUÁREZ ABDO
C.I. 0930375803



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO VII

CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

Habiendo sido nombrada Beatriz Pernía, tutora del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **Alannis Danixa Suárez Abdo**, C.I. 0930375803, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de Ingeniera Ambiental

Se informa que el trabajo de titulación: **DETECCIÓN DE SARS-CoV-2, Escherichia coli y COLIFORMES FECALES EN EL ESTERO DATA DE POSORJA, PROVINCIA GUAYAS-ECUADOR**, ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio Urkund, quedando el **1%** de coincidencia.

The screenshot shows the Urkund interface with the following details:

- Documento: TESIS ALANNIS SUAREZ URKUND.docx (D97793743)
- Presentado: 2021-03-09 19:20 (-05:00)
- Presentado por: dra.beatrizpermiasantos@gmail.com
- Recibido: dra.beatrizpermiasantos.ug@analysis.orkund.com
- Mensaje: TESIS ALANNIS SUAREZ. Mostrar el mensaje completo
- 1% de estas 20 páginas, se componen de texto presente en 4 fuentes.

Categoría	Enlace/nombre de archivo
	http://repositorio.uq.edu.ec/bitstream/reduq/39709/1/TESES%20PLIC%3%AAS%202019.pdf
	https://web2.unas.edu.pe/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PRACTICA%20FINAL%20PAB...
	TESIS URKUND estero Salado ALEXANDRA CHEMIE.docx
	http://repositorio.uco.edu.pe/bitstream/handle/UCP/274/SOTIL-1-Trabajo-Arhc%3%A1Iris.pdf?sequence=144&allo...
Fuentes alternativas	
Fuentes no usadas	

<https://secure.orkund.com/old/view/93323592-420578-189323#q1bKLVayijbUMTTSMTTVsYjVUSrOTM/LTMtMTsxLTIWYmTAzMDA3NzYzMTA0NDcwsTAOMTKsBQA=>



Firmado electrónicamente por:

**BEATRIZ
MARGARITA
PERNIA SANTOS**

Lic. Beatriz Pernía Santos, PhD.
C.I. 0960050102
Fecha: 09 de marzo de 2021



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO VI

Guayaquil, 09 de marzo de 2021

Señor Ingeniero

Vinicio Macas Espinosa. MSc.

DIRECTOR (E) DE LA CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación Detección de SARS-CoV-2, Escherichia coli y coliformes fecales en el estero Data de Posorja, provincia Guayas-Ecuador de la estudiante Alannis Danixa Suárez Abdo, indicando que ha cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- *El trabajo es el resultado de una investigación.*
- *El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.*
- *El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.*
- *El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.*

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

*Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que la estudiante está apta para continuar con el proceso de revisión final.*

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**BEATRIZ
MARGARITA
PERNIA SANTOS**

Lic. Beatriz Pernía Santos, PhD.

C.I. 0960050102

Fecha: 09 de marzo de 2021



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO VIII

INFORME DEL DOCENTE REVISOR

Guayaquil, 23 de marzo del 2021

Señor Ingeniero

Vinicio Xavier Macas Espinosa, MSc.

DIRECTOR (E) DE LA CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL

FACULTAD CIENCIAS NATURALES

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

De mis consideraciones:

*Envío a Ud. el Informe correspondiente a la REVISIÓN FINAL del Trabajo de Titulación **DETECCIÓN DE SARS-CoV-2, Escherichia coli y COLIFORMES FECALES EN EL ESTERO DATA DE POSORJA, PROVINCIA GUAYAS – ECUADOR** de la estudiante **ALANNIS DANIXA SUÁREZ ABDO**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:*

Cumplimiento de requisitos de forma:

- *El título tiene un máximo de 18 palabras.*
- *La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.*
- *El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad.*
- *La investigación es pertinente con la línea y sublíneas de investigación de la carrera.*
- *Los soportes teóricos son de máximo 8 años.*
- *La propuesta presentada es pertinente.*

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

- *El trabajo es el resultado de una investigación.*
- *El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.*
- *El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.*
- *El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.*

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que el/la estudiante está apto para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
**OLGA RAQUEL
AREVALO
CASTRO**

Olga Arévalo Castro, MSc.

C.I. 0913807830

Fecha: 23-03-2021



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO XIII

**DETECCIÓN DE SARS-CoV-2, *Escherichia coli* y COLIFORMES FECALES EN EL
ESTERO DATA DE POSORJA, PROVINCIA GUAYAS-ECUADOR.**

Autor: Alannis Danixa Suárez Abdo

Tutor: Beatriz Pernía Santos, PhD.

Resumen

La finalidad de esta investigación fue determinar la presencia de SARS-CoV-2, Escherichia coli y coliformes fecales en el estero Data de Posorja, mediante la recolección de muestras de coliformes fecales en 4 sitios por triplicado y las muestras de SARS-CoV-2 obtenidas de forma puntual en los 4 sitios y en una salida de aguas residuales y la aplicación de las metodologías de la prueba de Número Más Probable y el análisis RT-qPCR, respectivamente. Se determinaron concentraciones de coliformes fecales de 10,1 a 192 NMP/100 mL, con concentraciones máximas de 460 NMP/100 mL, Escherichia coli de 6,5 a 50,7 NMP/100 mL y no se detectó cargas virales de SARS-CoV-2. Se tomaron parámetros fisicoquímicos de pH, temperatura en agua, salinidad, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y total de sólidos disueltos in situ, mostrando correlación entre dichos parámetros. Las máximas obtenidas demostraron contaminación fecal, además, se presentaron valores bajos de oxígeno disuelto y niveles altos de salinidad indicando que el agua se encuentra contaminada y no es apta para fines recreativos mediante contacto primario.

Palabras Claves: coliformes fecales, *Escherichia coli*, estero, SARS-CoV-2.



UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD CIENCIAS NATURALES
CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL
UNIDAD DE TITULACIÓN



ANEXO XIV

DETECTION OF SARS-CoV-2, Escherichia coli and FECAL COLIFORMS IN THE DATA OF POSORJA ESTUARY, PROVINCE GUAYAS-ECUADOR.

Author: Alannis Danixa Suárez Abdo

Advisor: Beatriz Pernía Santos, PhD.

Abstract

The purpose of this research was to determine the presence of SARS-CoV-2, Escherichia coli and fecal coliforms in the Data of Posorja estuary. Samples of fecal coliforms were collected in 4 sites by triplicate, SARS-CoV-2 samples were obtained in a timely manner at the 4 sites and one at the wastewater outlet by using the NMP test and the RT-qPCR analysis, respectively. Fecal coliform concentrations were determined from 10.1 to 192 MPN/100 mL, with a maximum of 460 MPN/100 mL, Escherichia coli from 6.5 to 50.7 MPN/100 mL; SARS-CoV-2 was not detected. Physicochemical parameters on pH, temperature in water, salinity, dissolved oxygen, electrical conductivity, and total dissolved solids were taken in situ showing correlation. The maximums showed fecal contamination, in addition, there were low values of dissolved oxygen and high levels of salinity indicating that the water is contaminated and is not suitable for recreational purposes.

Keywords: fecal coliforms, *Escherichia coli*, estuary, SARS-CoV-2.

DEDICATORIA

A Dios por su amor.

A Jen, Melita, Luis, Sissita y Coffita, por su apoyo incondicional y su amor
constante.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por siempre guiar mis pasos.

A toda mi familia, por estar presente en todo momento, apoyarme y brindarme mucho amor.

A mi querida tutora la Dra. Beatriz Pernía, por guiarme con sus conocimientos y siempre estar predispuesta a ayudarme en todo el proceso.

Al Ministerio del Ambiente y Agua por autorizar el desarrollo de la investigación de detección de SARS-CoV-2.

A la Dra. Maritza Cárdenas, por su colaboración intelectual con el tema y con la movilización hacia el área de estudio.

Al MSc. Carlos Méndez, por participar en el reconocimiento del área de estudio y confiar en los resultados obtenidos.

Al Dr. Leandro Patiño del Instituto Nacional de Salud Pública e Investigación, por haber realizado el análisis de muestras con mucha entrega.

Al Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca por su ayuda con el análisis de muestras.

A mis amigos, por las risas y todas las experiencias juntos.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	I
AGRADECIMIENTO.....	II
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. JUSTIFICACIÓN	4
1.3. OBJETIVOS	5
1.3.1. Objetivo general.....	5
1.3.2. Objetivos específicos	5
CAPÍTULO II	6
2.1. ANTECEDENTES	6
2.2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.2.1. Contaminación microbiológica del agua	9
2.2.2. Contaminación fecal en el agua.....	9
2.2.3. Organismos indicadores	10
2.2.4. Bacterias coliformes.....	10
2.2.5. Coliformes fecales	11
2.2.6. <i>Escherichia coli</i>	12
2.2.7. Coronavirus	13
2.2.8. Propagación de COVID-19	13
2.2.9. Síntomas de COVID-19	14
2.2.10. SARS-CoV-2.....	15
2.2.11. Rutas de transmisión del SARS-CoV-2 al agua y aguas residuales	15
2.3. MARCO LEGAL	17
2.3.1. Constitución de la República del Ecuador	17
2.3.3. Código Orgánico del Ambiente (COA).....	17

2.3.4. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:2013. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras	18
2.3.5. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:2013 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo	18
2.3.6. Acuerdo Ministerial 097-A, Reforma del Libro VI Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente	18
2.3.7. Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario.....	19
CAPÍTULO III	20
3.1. METODOLOGÍA.....	20
3.1.1. Área de estudio.....	20
3.1.2. Muestreo de coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i>	21
3.1.2.1. Análisis de laboratorio	22
3.1.3. Muestreo de SARS-CoV-2.....	22
3.1.3.1. Análisis de laboratorio	23
3.3.4. Parámetros in situ	23
3.3.5. Análisis estadísticos.....	24
CAPÍTULO IV	25
4.1. RESULTADOS	25
4.1.1. Coliformes fecales	25
4.1.2. <i>Escherichia coli</i>	26
4.1.3. SARS-CoV-2.....	27
4.1.4. Parámetros fisicoquímicos	27
4.1.4.1. pH.....	27
4.1.4.2. Temperatura en agua.....	28
4.1.4.3. Salinidad	29
4.1.4.4. Oxígeno disuelto (OD).....	30
4.1.4.6. Conductividad eléctrica (CE)	31

4.1.4.7. Total de sólidos disueltos (TDS).....	32
4.2. DISCUSIÓN	33
4.3. CONCLUSIONES.....	38
4.4. RECOMENDACIONES	39
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Síntomas de COVID-19.....	14
Tabla 2 Comparación de criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario	19
Tabla 3 Puntos de muestreo de coliformes fecales y <i>Escherichia coli</i>	21
Tabla 4 Puntos de muestreo de SARS-CoV-2	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Concentraciones Estimadas en Corrientes de Bacterias Coliformes Fecales (FC) para África, Asia y América Latina (febrero de 2008–2010).....	11
Figura 2. Mapa de ubicación de área de estudio y puntos de muestreo de SARS-CoV-2, <i>Escherichia coli</i> y coliformes fecales en el estero Data de Posorja.	20
Figura 3. Concentraciones de coliformes fecales (NMP/100mL) obtenidas en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja	25
Figura 4. Concentraciones de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL) obtenidas en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja	26
Figura 5. Valores de pH obtenidos en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.	27
Figura 6. Valores de temperatura en agua (°C) obtenidos en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.....	28
Figura 7. Valores de salinidad (UPS) obtenidos en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.....	29
Figura 8. Valores de oxígeno disuelto (mg/L) obtenidos en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.....	30
Figura 9. Valores obtenidos de conductividad (µS/cm) en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.....	31
Figura 10. Valores obtenidos del total de sólidos disueltos (mg/L) en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.....	32
Figura 11. Sitio de muestreo P1	53
Figura 12. Sitio de muestreo P2	53
Figura 13. Sitio de muestreo P3	54
Figura 14. Sitio de muestreo P4	54
Figura 15. Toma de muestras en P1.....	54
Figura 16. Toma de muestras en P2	54
Figura 17. Toma de muestras en P3	54
Figura 18. Toma de muestras en P4.....	56
Figura 19. Toma de muestras en P5	54
Figura 20. Obtención de coordenadas.....	54
Figura 21. Medición de pH.....	57
Figura 22. Medición de salinidad	57

Figura 23. Medición de oxígeno disuelto	57
Figura 24. Medición de TDS y CE	57
Figura 25. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para los datos de pH.....	59
Figura 26. Intervalos de confianza con niveles de confianza individuales de 95% de pH.....	59
Figura 27. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para los datos de temperatura en agua	61
Figura 28. Intervalos de confianza con niveles de confianza individuales de 95 % de temperatura en agua	61
Figura 29. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para los datos de OD.	63
Figura 30. Intervalos de confianza con niveles de confianza individuales de 95 % de OD	61
Figura 31. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para los datos de TDS ...	66
Figura 32. Intervalos de confianza con niveles de confianza de 95% de TDS.....	61

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico	53
Anexo 2. Pruebas estadísticas	58
Anexo 3. Resultados de análisis en laboratorio	68

INTRODUCCIÓN

Los recursos hídricos naturales son fuentes de agua que se aplican para actividades agrícolas, domésticas, ambientales, industriales y recreativas (Hossain, 2019). Sin embargo, existe contaminación microbiológica por bacterias fecales en los cuerpos hídricos y podría implicar la presencia de organismos patógenos considerándose una grave preocupación para la protección de la salud humana y animal (Şener et al., 2020).

La contaminación fecal es un peligro significativo para los recursos hídricos (Frick et al., 2020) y sigue siendo un problema importante para la salud pública (Holcomb & Stewart, 2020). Esta contaminación se puede transmitir al agua superficial a través de heces de humanos y animales, además, de las aguas residuales (Johannessen et al., 2015). Mediante la contaminación fecal humana, se puede indicar la presencia de patógenos que causan enfermedades comprometiendo a la salud pública (Shanks & Korajkic, 2019).

Por ende, el uso de bacterias indicadoras fecales (FIB) como la *Escherichia coli* sugiere la presencia de contaminación fecal peligrosa, siendo una herramienta valiosa para evaluar la calidad del agua (Holcomb & Stewart, 2020).

En lo referente a la enfermedad por Coronavirus 2019 (COVID-19), es una enfermedad infecciosa recién surgida causada por un nuevo coronavirus (Zhang et al., 2020) y la diseminación fecal de su virus (SARS-CoV-2) alcanza su punto máximo en el período sintomático y puede persistir durante varias semanas, pero con abundancia decreciente en la fase post sintomática. Ocasionalmente, se detecta ARN del SARS-CoV-2 en orina, pero los reportes en muestras fecales son más frecuentes (Jones et al., 2020).

Además, según un estudio reciente realizado por Tran et al. (2020) sugiere que una de las rutas de transmisión de COVID-19 al agua es a través de la gran cantidad de mascarillas que se desechan sin previo tratamiento, generando preocupaciones sobre los posibles riesgos para la salud y para el medio ambiente.

La presencia de SARS-CoV-2 en aguas residuales podría suponer un riesgo para la salud y su vigilancia ambiental podría servir como base de datos,

demostrando la circulación del virus en la población humana (Lodder & de Roda Husman, 2020).

Se reconoce que es de vital importancia conocer la calidad del agua antes de su uso para beber, agricultura o fines recreativos por lo que debe cumplir con estándares microbiológicos (Jerves-Cobo et al., 2018).

El área de estudio es el estero Data de Posorja, se encuentra ubicado en el cantón Playas, perteneciente a la provincia del Guayas. Alrededor del cuerpo de agua se encuentran comunidades, camaroneras, lagunas de oxidación y una industria la cual produce harina de pescado. La finalidad del presente estudio fue detectar SARS-CoV-2, *Escherichia coli* y coliformes para obtener conocimiento sobre su calidad del agua, debido a que no cuenta con estudios previos, verificando si es apta para fines recreativos, además, se prevé evitar posibles afectaciones hacia la salud del ser humano.

CAPÍTULO I

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las enfermedades transmitidas por el agua causan epidemias en países desarrollados y en vías de desarrollo. Son una de las principales razones de los 4 mil millones de casos de diarrea, provocando anualmente 1,6 millones de muertes en el mundo (Ríos et al., 2017).

En Ecuador estudios previos evidencian la contaminación por coliformes fecales en las provincias de Esmeraldas y Manabí, puntualmente en el río Esmeraldas, estuario del río Chone, frente a las poblaciones de Esmeraldas, La Chorrera, Bahía de Caráquez, Jaramijó y Manta (Palacios, 2013). En lo referente a la provincia del Guayas, en el Estero Salado también se ha demostrado la presencia de contaminación fecal (Baños, 2012; Barros et al., 2020).

Por otro lado, según Lodder & de Roda Husman (2020) sugieren que la diseminación prolongada del SARS-CoV-2 en las heces es un riesgo potencial para la salud y en Ecuador no existe un buen sistema de tratamiento de aguas, debido a ello este virus podría ingresar junto al agua servida a los esteros.

Se ha informado de la detección de fragmentos de ARN no infecciosos del SARS-CoV-2 en aguas residuales y/o lodos no tratados en varios países como: Italia, España, Australia, Países Bajos, Estados Unidos de América y Francia (WHO, 2020b). También, se han realizado investigaciones sobre la detección de SARS-CoV-2 en ríos de Japón (Haramoto et al., 2020), Italia (Rimoldi et al., 2020) y Ecuador (Guerrero-Latorre et al., 2020).

Debido a que faltan estudios en profundidad sobre la infectividad y transmisión del SARS-CoV-2, es importante considerar la posibilidad de contaminación ambiental. Además, la posibilidad de transmisión del SARS-CoV-2 a través de sistemas de alcantarillado o aguas residuales no ha sido eliminada científicamente (Mohapatra et al., 2020). Mediante la búsqueda bibliográfica realizada no se ha encontrado información sobre detección de SARS-CoV-2 en esteros de la provincia de Guayas.

El estero Data Posorja no cuenta con estudios de calidad de agua y es por ende que la presente investigación prevé obtener información sobre las concentraciones de *Escherichia coli*, coliformes fecales y detección de la potencial presencia de SARS-CoV-2.

1.2. JUSTIFICACIÓN

La contaminación fecal es el principal riesgo sanitario en el agua. La determinación de bacterias indicadoras presentes y su concentración, proporciona herramientas indispensables para conocer la calidad del agua (Chacón & García, 2012).

Se reconoce como indicador de los aspectos ambientales del desarrollo sostenible la concentración de bacterias coliformes fecales en el agua dulce (Naciones Unidas, 2004). Del grupo coliforme se destaca por mayor significancia sanitaria los coliformes fecales, siendo considerados los más adecuados para estimar la presencia de contaminación fecal y se ha considerado que un 95% de coliformes fecales presentes en heces son *Escherichia coli* (Casas J., 2017).

La *Escherichia coli* se transmite generalmente por consumo de agua o alimentos contaminados, sus síntomas incluyen cólicos y diarrea. La mayoría de los pacientes suelen recuperarse en el término de 10 días y en otros casos puede provocar la muerte (OMS, 2015).

El presente estudio se realiza con la finalidad de conocer la presencia de coliformes fecales, *Escherichia coli* y SARS-CoV-2 en el Estero Data de Posorja, debido a que no se posee antecedentes sobre su calidad del agua, promoviendo la protección del recurso agua y evitando perjuicios hacia la salud del ser humano y el ecosistema. Además, de ser precedente en detección del virus SARS-CoV-2 en esteros del Ecuador.

La aparición del coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2) marca el tercer coronavirus altamente patógeno que se propaga a la población humana (Harrison et al., 2020). El SARS-CoV-2, es el agente etiológico de COVID-19 y se puede eliminar en las heces de las personas infectadas independientemente de sus síntomas (Haramoto et al., 2020).

Los síntomas más comunes de COVID-19 son fiebre, tos seca y cansancio. Otros son dolores y molestias, congestión nasal, dolor de cabeza, conjuntivitis, dolor de garganta, diarrea, pérdida del gusto y olfato y las erupciones cutáneas (OMS, 2020a). Actualmente, se han detectado 53.164.803 casos confirmados de COVID-19, incluyendo 1.300.576 muertes en el mundo y en Ecuador se han

confirmado 178,674 casos con COVID-19 incluyendo 12,977 muertes (WHO, 2020c).

Aunque hay pocas pruebas disponibles, algunos datos sugieren que la transmisión del SARS-CoV-2 por las heces es poco probable pero posible (OMS, 2020b). En Ecuador no existe un tratamiento de aguas servidas eficiente, por lo tanto, existe la posibilidad de que el virus este presente en los esteros cercanos a lagunas de oxidación y plantas de tratamiento.

Este trabajo de titulación se enmarca en el proyecto: FCICE018, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador, la Facultad de Ingeniería Química de la Universidad de Guayaquil y el INSPI; se pretende detectar la presencia de coliformes fecales y el virus SARS-CoV-2 en el estero Data de Posorja considerado uno de los principales cuerpos hídricos de la provincia Guayas con la finalidad de examinar su situación actual, sirviendo de línea base para investigaciones futuras y gestión de medidas precautelares.

El avance de la investigación en este campo ayudará a proteger al medio ambiente, la salud humana y el manejo de este tipo de pandemia en el futuro (Ihsanullah et al., 2020).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Detectar SARS-CoV-2, *Escherichia coli* y coliformes fecales en el estero Data de Posorja, provincia Guayas - Ecuador.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar *Escherichia coli* y coliformes fecales en el agua con el fin de analizar la calidad del agua del estero Data de Posorja ubicado en la provincia del Guayas.
- Comparar las concentraciones de *Escherichia coli* y coliformes fecales con los límites máximos permisibles en la normativa ambiental vigente.
- Identificar la potencial presencia de SARS-CoV-2 en el área de estudio como referente de conocimiento sobre su situación actual.
- Medir parámetros físico-químicos (pH, temperatura, salinidad, total de sólidos disueltos, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto) con el fin de conocer sus correlaciones.

CAPÍTULO II

2.1. ANTECEDENTES

Debido a la rápida industrialización y las actividades humanas a gran escala, el nivel de contaminación en el agua aumenta continuamente a un ritmo rápido, lo que es considerado una gran preocupación mundial (Singh et al., 2021), por el alto impacto en la salud pública de los contaminantes microbianos (Schets et al., 2015). En este sentido, durante más de 150 años las bacterias indicadoras fecales se han utilizado para indicar la contaminación fecal del agua y sus riesgos asociados a la salud (Holcomb & Stewart, 2020).

Alrededor del mundo se han realizado varios estudios con respecto a la calidad del agua, entre ellos está el de Sangodkar et al. (2020) en el río Chapora, uno de los nueve grandes ríos de Goa, el cual desemboca en el Mar Árabe. En este estudio se recolectaron muestras de agua de superficie y de fondo en 22 estaciones que abarcaban diferentes zonas salinas y encontraron fluctuaciones de indetectable (ND) a 1000 unidades formadoras de colonias (UFC/100 mL) de *Escherichia coli* clasificándose la calidad del agua como "mala" (Sangodkar et al., 2020).

En la República del Congo, se realizó una investigación en un importante río urbano, el Canal Kokolo (KC) llamado Río Jerusalén, durante la época lluviosa, los valores oscilaron entre $1,7-2,6 \times 10^5$ UFC/mL de *Escherichia coli*, indicando que está sustancialmente contaminado con materia fecal con concentraciones de bacterias indicadoras fecales excediendo los límites, considerando al río no apto para bañarse (Kayembe et al., 2018).

En lo referente a América Latina y el Caribe, presentan abundantes recursos hídricos que incluyen numerosos ríos, lagos y aguas costeras que se encuentran muy contaminados, teniendo graves consecuencias no solo para el medio ambiente, sino también para la salud, el bienestar de la población y el desarrollo socioeconómico general de la región (WWAP (United Nations World Water Assessment Programme), 2017).

Un ejemplo de aquello es el del Departamento del Atlántico (Mar Caribe de Colombia), en el estudio realizado por Sánchez Moreno et al. (2019) en 11 puntos

de agua de playa y 7 arroyos a lo largo de la costa, se determinó concentraciones de *Escherichia coli* entre 16 y 572 UFC/100mL, los recuentos más altos fueron principalmente en playas urbanizadas y en correspondencia con arroyos cuyas aguas tenían una alta concentración de microorganismos de origen fecal, que representan un grave factor de riesgo para la salud de los bañistas.

En Valparaíso-Chile se tomaron en consideración 11 estaciones para conocer la calidad del agua del estero El Sauce, destacándose la estación F1 obteniendo hasta 2400 NMP/100mL de coliformes fecales y se determinó que el motivo principal del detrimento de su calidad del agua era el ingreso no puntual de aguas servidas (Rivera Castro et al., 2019).

En nuestro país se han realizado varios estudios sobre la contaminación fecal en cuerpos hídricos, entre ellos está el estudio realizado en la provincia de Azuay, específicamente en el río Machángara, se obtuvo como resultado que de los 24 sitios muestreados, 5 sitios no cumplían con el límite máximo permisible de concentraciones de coliformes fecales descrito en regulación de la calidad del agua para actividades recreativas <200 NMP/100 mL y la ubicación de los cinco sitios antes mencionados estaba cerca de zonas ganaderas (Jerves-Cobo et al., 2018).

De igual manera, Iñiguez-Armijos et al. (2020) en el arroyo de la cuenca del río Catamayo-Chira, el cual se encuentra en la provincia de Loja, demostraron la presencia de concentraciones superiores a 200 UFC/100mL de coliformes fecales y los resultados sugirieron que la calidad microbiológica del agua no es adecuada para bañarse.

Con respecto a la región costa del país, en la provincia de Manabí se realizó un estudio en el estero Ébano; de las 8 estaciones establecidas para la toma de muestras, las estaciones dos presentaron valores de 1120 NMP/100mL de coliformes fecales (Gobierno Provincial de Manabí, 2014), superando el límite máximo permisible acorde a los descrito en el Acuerdo Ministerial 097-A, sobre "criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario" (Ministerio del Ambiente, 2015). Además, en la provincia de Esmeraldas, según el estudio realizado por Trejo et al. (2015) en la Reserva Ecológica Manglares Cayapas-Mataje (REMACAM) se mostraron valores de hasta 1×10^3 UFC/100ml de coliformes fecales.

En otro estudio, Arcos et al. (2010) evidenciaron la contaminación fecal en el estuario de la comunidad Cerrito de Los Morreños, ubicado en la provincia de Guayas, con valores de 9,3 a 92×10^2 NMP/100mL de coliformes fecales en 4 estaciones muestreadas.

En lo referente al SARS-CoV-2, se ha informado ampliamente sobre la diseminación fecal de su ARN de pacientes con COVID-19 (Randazzo et al., 2020). Según Zhang et al. (2020) se encontró que el ácido nucleico de las heces seguía siendo positivo después de 10 días de recuperación, sugiriendo la larga existencia de virus en las heces. Además, Xiao et al. (2020) demostraron que en más del 20% de los 71 pacientes analizados con SARS-CoV-2 que el ARN viral permaneció positivo en las heces incluso después de la conversión negativa del ARN viral en el tracto respiratorio, lo que indica que la infección gastrointestinal viral y la posible transmisión fecal-oral pueden durar incluso después del aclaramiento en el tracto respiratorio.

El SARS-CoV-2 al ser detectado recientemente en las heces, indica que las aguas residuales pueden usarse para monitorear la prevalencia viral en la comunidad (Nemudryi et al., 2020). Incluso, se ha detectado SARS-CoV-2 en aguas residuales, como lo es el caso de Italia donde se recolectaron 12 muestras de las plantas de tratamiento de aguas residuales en zonas de alta (Milán) y baja circulación epidémica (Roma), 6 fueron positivas, a pesar de haber sido baja la incidencia de casos notificados (La Rosa et al., 2020). También, se realizó la detección positiva del ARN SARS-CoV-2 en ríos dentro del Área Metropolitana de Milán y la prueba de su infectividad sugirió que la patogenicidad del virus en aguas superficiales podría ser nula (Rimoldi et al., 2020).

En Ecuador no se han realizado estudios previos sobre detección de SARS-CoV-2 en esteros, no obstante se realizó por primera vez la detección de importantes cargas virales de SARS-CoV-2 en arroyos de ríos urbanos en la ciudad de Quito, pudiendo ser un factor de mayor riesgo de pandemia de COVID-19 el bajo grado de cobertura de tratamiento de aguas residuales en la región (Guerrero-Latorre et al., 2020).

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Contaminación microbiológica del agua

El aumento de los patrones de producción y consumo, los cambios en el uso de la tierra, la urbanización, las prácticas industriales y agrícolas, así como el impacto del cambio climático, están afectando cada vez más la cantidad y calidad del agua disponible, siendo así el análisis de la calidad microbiológica del agua un paso fundamental para identificar los riesgos sanitarios y ambientales provocados por la contaminación de origen fecal (Sánchez-Alfonso et al., 2020).

Cualquier actividad en la que se liberen productos químicos o desechos domésticos e industriales al medio ambiente, ya sea intencional o accidentalmente, contaminará un sistema de agua. Incluso los sistemas sépticos que son diseñados, construidos y mantenidos incorrectamente pueden contaminar el agua con bacterias y/o virus (Speight, 2020).

Los microorganismos patógenos recibidos en cuerpos de agua en grandes cantidades pueden representar una seria amenaza para la salud humana y su monitoreo es imperativo (Hussain, 2019). Aquellos que están relacionados con las enfermedades transmitidas por el agua son *Salmonella* sp., *Shigella* sp., *Escherichia coli* y *Vibrio cholerae* (Speight, 2020).

2.2.2. Contaminación fecal en el agua

Los efectos de las actividades humanas en la calidad del agua son generalizados y variados en el grado al que perturban el ecosistema y/o restringen el uso del agua (Bartram et al., 1996). La forma más peligrosa de contaminación del agua ocurre cuando las heces ingresan al suministro de agua, muchas enfermedades se perpetúan por la vía de transmisión fecal-oral en la que los patógenos se eliminan solo en las heces humanas (Speight, 2020).

La presencia de contaminación fecal humana en las aguas superficiales es a menudo el resultado de un conjunto complejo de eventos interrelacionados. Como resultado, es útil considerar tantos factores como sea posible que puedan contribuir a la contaminación fecal humana en un área de interés, como la ubicación de líneas de alcantarillado, sistemas sépticos, instalaciones de tratamiento, puntos de descarga de aguas pluviales o cualquier otra actividad relacionada con los desechos fecales de humanos (Shanks & Korajkic, 2019).

2.2.3. Organismos indicadores

Los organismos o grupos indicadores se utilizan para evaluar el saneamiento general o las condiciones ambientales que pueden indicar la presencia potencial de patógenos de preocupación para la seguridad alimentaria (Mendonca et al., 2020). Desde la perspectiva de la detección y el efecto, proporcionan indicaciones sensibles, significativas y cuantificables del cambio ecológico (Hussain, 2019).

La mayoría de los organismos indicadores se seleccionaron para sistemas de agua dulce, ya que los ríos, lagos y aguas subterráneas son las fuentes más comunes de abastecimiento de agua de la comunidad (Elliot & Colwell, 1985).

Las bacterias indicadoras de materia fecal se utilizan para evaluar la calidad microbiológica del agua. Aunque estas bacterias no suelen causar enfermedades, están asociadas con la contaminación fecal y la posible presencia de patógenos transmitidos por el agua (Hussain, 2019). En cuanto a las bacterias indicadoras, pueden aislarse y cuantificarse mediante métodos bacteriológicos sencillos, en el agua contaminada las bacterias coliformes se encuentran en densidades aproximadamente proporcionales al grado de contaminación fecal (Gerba & Pepper, 2019).

2.2.4. Bacterias coliformes

Desde la década de 1920 se han utilizado diversas formas de bacterias coliformes como indicadores microbianos estándar para evaluaciones de calidad (Hussain, 2019).

Se definen como bacilos gramnegativos, no formadores de esporas, capaces de fermentar lactosa, aeróbica o facultativamente, con producción de ácido y gas a 35°C en menos de 48 h (Okafor, 2011). El grupo de coliformes incluye los géneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*, es relativamente fácil de detectar (Gerba & Pepper, 2019). Habitan en el tracto intestinal tanto de humanos como de animales y se encuentran en ambientes acuáticos, suelo, vegetación y materia fecal (Colclasure et al., 2015).

Además, incluyen bacterias de origen no fecal; por lo tanto, no están destinados a ser utilizados como indicadores exclusivos de contaminación fecal u otros patógenos entéricos. La incubación a $44,5 \pm 0,2$ °C se utiliza generalmente para diferenciar los coliformes fecales de los no fecales (Singh & Anand, 2020).

2.2.5. Coliformes fecales

Crece a 44 o 44,5 °C y produce ácido y gas mediante la fermentación de lactosa. En la práctica, algunos organismos con estas características no son de origen fecal, por ende el término “coliformes termotolerantes” es considerado más correcto. Comúnmente, más del 95% de los coliformes termotolerantes aislados del agua son *Escherichia coli* (Bartram et al., 1996).

Las bacterias coliformes fecales y *Escherichia coli* que se encuentran en los ecosistemas acuáticos, especialmente en las aguas superficiales, se originan a partir de los desechos de humanos, mascotas, ganado y vida silvestre. La densidad de estas bacterias es generalmente menor en los cuerpos de agua rodeados por áreas naturales como los bosques, mientras que el recuento es considerablemente mayor en los lagos y otros cuerpos de agua rodeados por campos agrícolas y / o áreas más densamente pobladas (Islam et al., 2019). También, se considera que el cuerpo de agua con presencia de bacterias coliformes fecales está contaminado con aguas residuales (Wang & Deng, 2019).

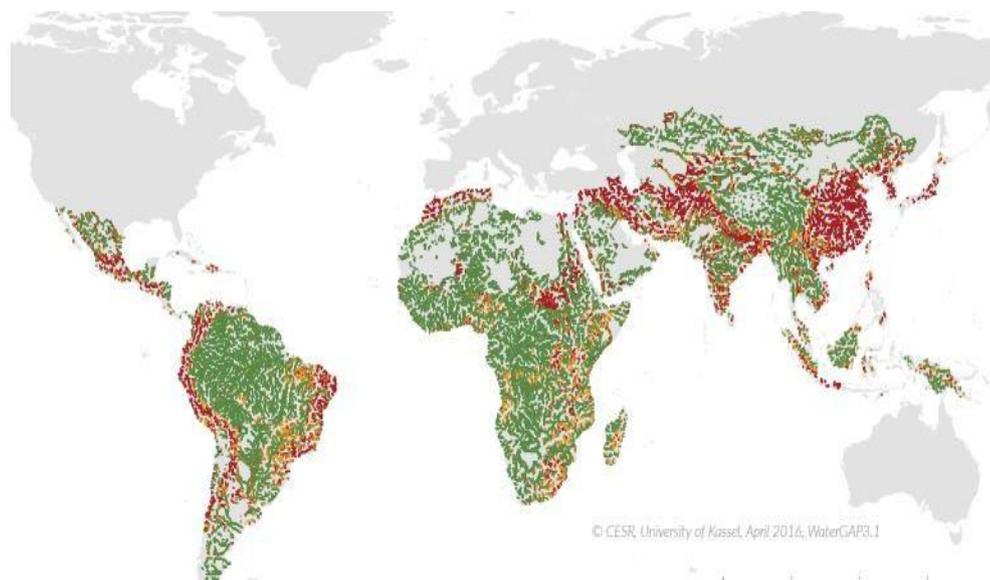


Figura 1. Concentraciones Estimadas en Corrientes de Bacterias Coliformes Fecales (FC) para África, Asia y América Latina (febrero de 2008–2010). Nota. La imagen muestra las corrientes con menor contaminación de color verde (≤ 200), la contaminación moderada de color mostaza ($200 < x \leq 1000$) y la contaminación severa de color rojo (> 1000). Tomado de The world's water quality: A pre-study for a worldwide assessment [Fotografía], por Borchardt et al. (2016), WWQA (http://www.wwqa-documentation.info/assets/wwqa_unea_borchardt_2016-05-18.pdf)

2.2.6. *Escherichia coli*

Son coliformes termofílicos que producen indol a partir del triptófano, pero que ahora también se definen como coliformes capaces de producir β -glucuronidasa (WHO, 2001). La fermentación de lactosa, la producción de indol, el crecimiento a 44°C y la actividad de la β -glucuronidasa son las propiedades clave para la detección y confirmación (Schets et al., 2015). Cumple un papel importante en los criterios microbiológicos particularmente en los casos en los que es necesario determinar si se produjo la contaminación fecal de un alimento (Mendonca et al., 2020).

Es el organismo aeróbico más común en el tracto intestinal del hombre y de los animales de sangre caliente (FAO, 1997). Además, se encuentra presente en concentraciones muy grandes en las heces humanas y animales, raramente se encuentra en ausencia de contaminación fecal (OMS, 2018) y su evolución resistente a los antimicrobianos depende de varios factores, como las condiciones de vida antihigiénicas, mala calidad del agua potable, cría de ganado y aves de corral con uso indiscriminado de antibióticos (Samanta & Bandyopadhyay, 2020).

Crece más rápido con glucosa que con cualquier otra fuente de energía y carbono y alcanza un tiempo de duplicación de 50 min en condiciones bien oxigenadas a 37 °C. Crece más rápidamente en caldos ricos en nutrientes (que contienen aminoácidos, nucleósidos, azúcares y precursores de vitaminas, etc.), alcanzando tiempos de duplicación de 20 min a 37 °C. Su temperatura óptima de crecimiento es de 39 °C. No crece en medios que contienen una concentración de NaCl superior a aproximadamente 0,65 M. El rango de pH para el crecimiento está entre pH 6.0 y 8.0, aunque es posible cierto crecimiento a valores de aproximadamente 1 unidad de pH por encima y por debajo de este rango (Liu, 2019).

Según su potencial patógeno se divide en grupos patógenos y no patógenos. La *Escherichia coli* no patógena es un comensal presente en el lumen intestinal (colon), aunque en ocasiones puede asociarse con infecciones y la *Escherichia coli* patógena es responsable de tres tipos principales de enfermedades en los seres humanos: enfermedad intestinal (gastroenteritis), infección del tracto urinario (ITU, que a veces puede evolucionar a síndrome urémico hemolítico o SUH) y meningitis neonatal (Liu, 2015).

Se utiliza universalmente como indicador de contaminación fecal, tiene una resistencia similar o incluso mayor a las condiciones ambientales que las bacterias causantes de enfermedades, indicando que su ausencia en el agua es bacteriológicamente segura (Beiras, 2018). Sirve como un mejor indicador de contaminación fecal reciente debido a que es específico para animales de sangre caliente y no se encuentra en la naturaleza como las coliformes fecales *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (Burton, 1982).

2.2.7. Coronavirus

Históricamente, la salud pública y la investigación fundamental se han centrado en la detección, contención, tratamiento y análisis de virus que son patógenos para los seres humanos tras su descubrimiento (Gorbalenya et al., 2020).

Los coronavirus humanos (hCoV) se pueden dividir en coronavirus poco patógenos y altamente patógenos. Los CoV de baja patogenicidad infectan el tracto respiratorio superior y causan una enfermedad respiratoria leve similar al resfriado. Por el contrario, los hCoV altamente patógenos como el síndrome respiratorio agudo severo CoV (SARS-CoV) y el síndrome respiratorio de Oriente Medio CoV (MERS-CoV) infectan predominantemente las vías respiratorias inferiores y causan neumonía mortal (Channappanavar & Perlman, 2017). El SARS-CoV y el MERS-CoV comparten varias características comunes importantes que contribuyen a la transmisión nosocomial, la replicación viral preferencial en el tracto respiratorio inferior y la inmunopatología viral (Song et al., 2019).

Las infecciones por coronavirus están asociadas con enfermedades graves del tracto respiratorio inferior y gastrointestinal en humanos y animales (Baric et al., 2006). Se identificó al nuevo coronavirus (síndrome respiratorio agudo severo-coronavirus-2 [SARS-CoV-2]) como agente etiológico y la enfermedad se denominó enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) (Nemudryi et al., 2020).

2.2.8. Propagación de COVID-19

La enfermedad por coronavirus 2019, se propaga principalmente de persona a persona a través de las gotículas que salen emitidas de la nariz o la boca de una persona infectada al toser, estornudar o hablar, si se inhala las gotículas procedentes de una persona infectada por el virus se puede contraer la enfermedad. Las gotículas son relativamente pesadas, no llegan muy lejos y caen rápidamente al suelo. También, las gotículas pueden caer sobre los objetos y

superficies de modo que otras personas pueden infectarse si tocan los objetos o superficies y luego se tocan los ojos, la nariz o la boca (OMS, 2020a).

La higiene de manos es extremadamente importante para prevenir la propagación del SARS-CoV-2, para que la higiene de manos sea efectiva es importante poder secarse las manos después de lavarlas. La OMS recomienda luego del uso de guantes de limpieza y los delantales plásticos reutilizables de alta resistencia que sean lavados con agua y jabón y después se descontaminen con una solución de hipoclorito sódico al 0,5% (OMS, 2020b).

2.2.9. Síntomas de COVID-19

Afecta a las personas de diferentes maneras, la mayoría desarrollará una enfermedad de leve a moderada y se recuperarán sin hospitalización (WHO, 2020a). El tiempo que transcurre entre la exposición de COVID-19 y el momento en que comienzan los síntomas suele ser de alrededor de cinco o seis días, pero puede variar de uno y catorce días (OMS, 2020a).

Tabla 1

Síntomas de COVID-19.

Síntomas menos comunes	Síntomas más comunes	Síntomas graves
Achaques	Fiebre	Dificultad para respirar o falta de aire
Dolores de cabeza	Tos seca	Dolor o presión en el pecho
Diarrea	Cansancio	Pérdida del habla o del movimiento
Conjuntivitis		
Pérdida del olfato o del gusto		
Erupción en la piel		
Decoloración de los dedos de manos o pies		

Fuente: WHO (2020a)

2.2.10. SARS-CoV-2

El virus SARS-CoV-2 genera la enfermedad COVID-19 era desconocido antes de que estallara el brote en Wuhan – China en diciembre de 2019. Actualmente, el COVID-19 es una pandemia que afecta a muchos países en el mundo (OMS, 2020a). Ha causado enormes preocupaciones a nivel mundial tanto en la comunidad científica y sanitaria, además, en la población en general debido a la falta de disponibilidad de vacunas (Tran et al., 2020).

La aparición del SARS-CoV-2 como patógeno humano puede percibirse como completamente independiente del brote de SARS-CoV en 2002-2003. Aunque el SARS-CoV-2 de hecho no es un descendiente del SARS-CoV y la introducción de cada uno de estos virus en humanos probablemente fue facilitada por factores externos desconocidos e independientes, los dos virus están genéticamente tan cerca el uno del otro que sus historias y características evolutivas son mutuamente informativos (Gorbalenya et al., 2020).

La infección viral causa una serie de enfermedades respiratorias que incluyen un síndrome respiratorio severo, lo que indica que el virus probablemente infecta las células epiteliales respiratorias y se propaga principalmente a través del tracto respiratorio de un ser humano a otro (Tran et al., 2020).

Diversos estudios han demostrado que el virus SARS-CoV-2 puede sobrevivir hasta 72 horas en superficies de plástico y acero inoxidable, menos de 4 horas en superficies de cobre y menos de 24 horas en superficies de cartón (OMS, 2020a).

Se destaca también que, una vez que el virus SARS-CoV-2 ingresa al epitelio respiratorio y el inóculo es pequeño, siendo el receptor una persona joven con un sistema inmune sano, generalmente la batalla contra el virus se librará en las vías aéreas superiores y el sistema inmunitario innato (Espinosa-Rosales, 2020).

2.2.11. Rutas de transmisión del SARS-CoV-2 al agua y aguas residuales

Tanto el SARS-CoV-2 como el ARN viral se eliminan en las excretas corporales, incluidas la saliva, el esputo y las heces, que posteriormente se eliminan en las aguas residuales. Aunque se cree que la principal vía de transmisión de este virus es la inhalación a través de la transmisión de persona a persona por aerosol / gotitas y la contaminación de fómites a manos, la evidencia actualmente disponible

indica la necesidad de una mejor comprensión del papel de las aguas residuales como posibles fuentes de datos y como factor de riesgo para la salud pública (Kitajima et al., 2020). Los datos actuales sugieren que puede excretarse el virus de la COVID-19 con capacidad infectiva en las heces independientemente de que haya o no diarrea o signos de infección intestinal (OMS, 2020b).

Recientemente, se ha informado de la presencia del SARS-CoV-2 en el agua y las aguas residuales. Según la literatura actualizada, las heces y mascarillas de los pacientes diagnosticados con enfermedad por coronavirus (COVID-19) se consideraron como la ruta principal de transmisión del coronavirus al agua y aguas residuales (Tran et al., 2020). Por ende, se debe tener en cuenta la prevención de la transmisión fecal-oral para controlar la propagación del virus (Xiao et al., 2020).

En general, la vigilancia de las aguas residuales puede representar un enfoque complementario para estimar la presencia e incluso la prevalencia de COVID-19 en las comunidades. Esto representa una herramienta eficaz que debe explorarse más a fondo para dirigir una respuesta sanitaria al público (Randazzo et al., 2020).

2.3. MARCO LEGAL

2.3.1. Constitución de la República del Ecuador

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2008).

Art. 276: El régimen de desarrollo tiene como uno de sus objetivos los establecido en el numeral 4 de recuperar y conservar la naturaleza y mantener un ambiente sano y sustentable que garantice a las personas y colectividades el acceso equitativo, permanente y de calidad al agua, aire y suelo, y a los beneficios de los recursos del subsuelo y del patrimonio natural (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2008).

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos, cuencas hidrográficas y caudales ecológicos asociados al ciclo hidrológico. Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2008).

2.3.2. Ley orgánica de recursos hídricos, usos y aprovechamiento del agua

Art. 64.- Conservación del agua. La naturaleza o Pacha Mama tiene derecho a la conservación de las aguas con sus propiedades como soporte esencial para todas las formas de vida (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2014).

Art. 79.- Objetivos de prevención y conservación del agua.- La Autoridad Unica del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir con varios objetivos entre ellos el establecido en el numeral b de preservar la cantidad del agua y mejorar su calidad (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2014).

2.3.3. Código Orgánico del Ambiente (COA)

Art. 191.- Del monitoreo de la calidad del aire, agua y suelo. La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente, en coordinación con las demás autoridades competentes, según corresponda, realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo, de

conformidad con las normas reglamentarias y técnicas que se expidan para el efecto (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2017).

Art. 196.- Tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales deberán contar con la infraestructura técnica para la instalación de sistemas de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales, de conformidad con la ley y la normativa técnica expedida para el efecto (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2017).

2.3.4. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:2013. Agua. Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras

2.1 Esta norma se aplica particularmente cuando una muestra (simple o compuesta) no puede ser analizada en el sitio de muestreo y tiene que ser trasladada al laboratorio para su análisis

4.1.2.1 Las muestras se deben guardar a temperaturas más bajas que la temperatura a la cual se recolectó. Los recipientes se deben llenar casi pero no completamente (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013a).

4.1.2.2 La refrigeración o congelación de las muestras es efectiva si se la realiza inmediatamente luego de la recolección de la muestra. Se debe usar, cajas térmicas o refrigeradores de campo desde el lugar del muestreo (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013a).

2.3.5. Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:2013 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo

4.2.1 Las muestras puntuales son muestras individuales, recogidas de forma manual o automática, para aguas en la superficie, a una profundidad específica y en el fondo (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013b).

4.2.2 Cada muestra, normalmente, representará la calidad del agua solamente en el tiempo y en el lugar en que fue tomada (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013b).

4.2.4 La muestra puntual es adecuada para la investigación de una posible polución (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2013b).

2.3.6. Acuerdo Ministerial 097-A, Reforma del Libro VI Del Texto Unificado De Legislación Secundaria Del Ministerio Del Ambiente.

Anexo 1: Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. La norma tiene como objeto la Prevención y Control de la

Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua (Ministerio del Ambiente, 2015)

5.1.5 Criterios de calidad para aguas con fines recreativos. Se entiende por uso del agua para fines recreativos, la utilización en la que existe: a) Contacto primario, como en la natación y el buceo, incluidos los baños medicinales, estableciendo al parámetro de coliformes fecales con un criterio de calidad de 200 NMP/100ml (Ministerio del Ambiente, 2015).

2.3.7. Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario

Tabla 2

Comparación de criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario

Organización o país	Indicador	Límite requerido	Referencia
Ecuador	<i>Escherichia coli</i>	No descrita.	Ministerio del Ambiente (2015)
	Coliformes fecales	200 NMP/100mL	
EPA	<i>Escherichia coli</i>	126 UFC/mL (GM)	EPA (2012)
	Coliformes fecales	No descrita.	
EU	<i>Escherichia coli</i>	Excelente: <250 UFC/mL	European Parliament & Council of the
		Buena: <500 UFC/mL	
		Suficiente: <500 UFC/mL	
	Coliformes fecales	No descrita.	European Union (2006)

Nota. GM: media geométrica.

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

Para aguas marinas la EPA (1982) indica que el parámetro de coliformes fecales no debe exceder la media geométrica de 200 UFC/mL.

CAPÍTULO III

3.1. METODOLOGÍA

3.1.1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en el estero Data de Posorja (figura 2), perteneciente a la provincia Guayas, cantón Playas, parroquia Posorja, forma parte de la zona 5 de la Secretaría Nacional de Planificación (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Playas, 2014). La provincia Guayas, posee la mayor población en el país y está conformada por 25 cantones (Prefectura del Guayas, 2021).

El cantón Playas tiene una superficie de 511,8 km^2 y una población de 49.311 habitantes, el clima es seco tropical y las condiciones secas son causadas por los vientos fríos sur occidentales que acompañan a la corriente fría de Humboldt (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Playas, 2014).

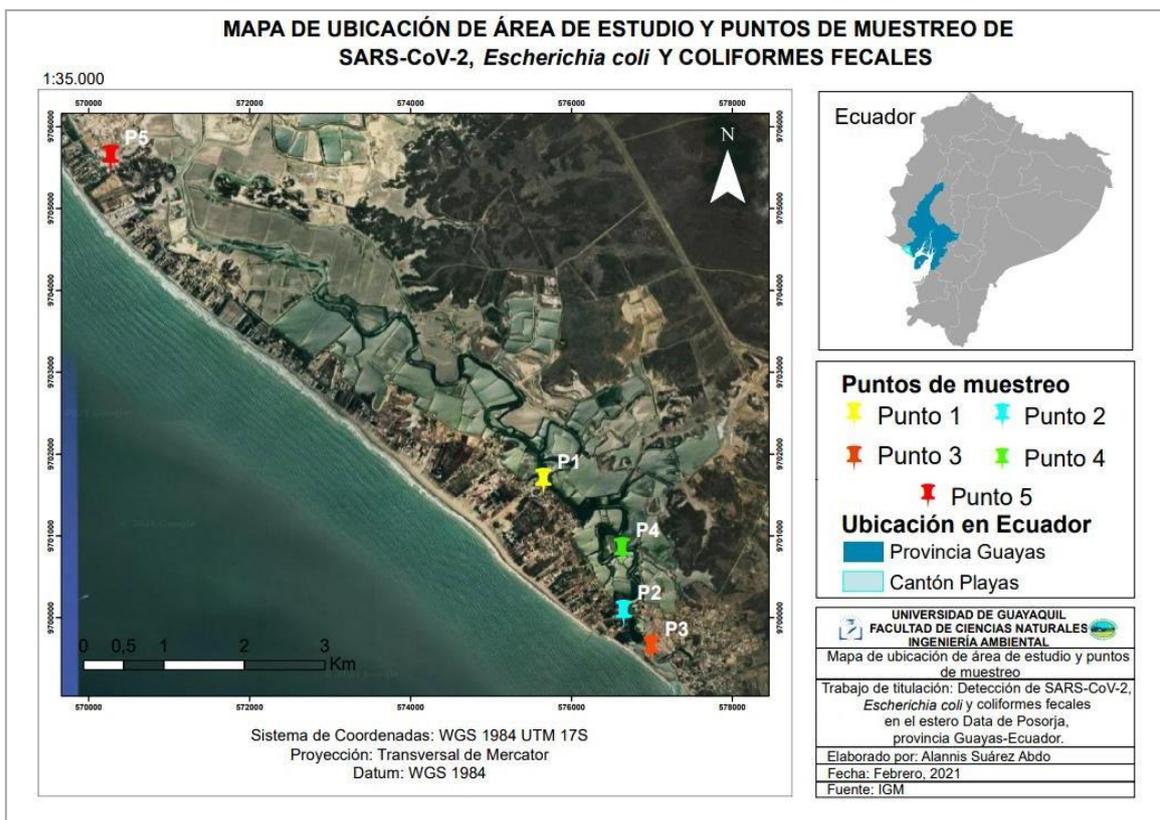


Figura 2. Mapa de ubicación de área de estudio y puntos de muestreo de SARS-CoV-2, *Escherichia coli* y coliformes fecales en el estero Data de Posorja.

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

El territorio presenta significativas zonas de manglar, las cuales están amenazadas por camaroneras, en lo referente al agua, se encuentra contaminada en los canales por vertidos, basura de los centros poblados y recepción de aguas servidas (Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Posorja, 2015).

3.1.2. Muestreo de coliformes fecales y *Escherichia coli*

Las muestras fueron tomadas por triplicado de forma puntual en 4 puntos estratégicos, obteniendo un total de 12 muestras, en el mes de enero. Se tomó 1L de agua en cada uno de los 12 envases estériles de polietileno de alta densidad, acorde a lo descrito en el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2013b) en P1, P2, P3 y P4 (tabla 3) (anexo 1). Las muestras recolectadas fueron conservadas en una hielera a una temperatura aproximada de 2°C a 6°C.

Tabla 3

Puntos de muestreo de coliformes fecales y Escherichia coli

Puntos de muestreo	Muestras	Coordenadas UTM WGS 1984 ZONA 17S		Sitio	Descripción
		X	y		
P1	M-1	0575658	9701661	Barrio	Viviendas sin alcantarillado y chancheras
	M-2	0575663	9701649	Las	
	M-3	0575685	9701620	Esclusas	
P2	M-4	0576625	9700050	Puente	Embarcaciones de pescadores
	M-5	0576618	9700113		
	M-6	0576610	9700127		
P3	M-7	0576988	9699584	Barrio	Desembocadura
	M-8	0576935	9699629	San	
	M-9	0576799	9699680	Antonio	
P4	M-10	0576633	9700823	Barrio	Rodeado de camaroneras y manglares
	M-11	0576356	9700659	La	
	M-12	0576351	9700681	Fortuna	

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

3.1.2.1. Análisis de laboratorio

Las muestras previamente obtenidas y rotuladas fueron trasladadas al Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (IPIAP) y se analizaron en el laboratorio de microbiología, el cual se encuentra ubicado aproximadamente a 107 km del área de estudio.

Se obtuvieron las concentraciones mediante la prueba del Número Más Probable (NMP).

El proceso constó de: prueba presuntiva, se agregó caldo de lauril triptosa a un conjunto de tubos de ensayo que contenían diferentes diluciones de agua a analizar y se prepararon tres tubos de ensayo por dilución. Estos tubos fueron incubados a 35 °C durante 24 a 48 h, luego se examinaron para detectar la presencia de coliformes, que se determinaron por la producción de gas y ácido. Una vez que los tubos positivos fueron identificados y registrados, se estimó el número total de coliformes en la muestra original, usando la tabla de NMP que proporciona números de coliformes por 100 mL (Gerba & Pepper, 2019).

Además, se realizó la prueba de confirmación, se inoculó el agar Eosina Azul de Metileno (EMB) de Levine con una pequeña cantidad de cultivo en los tubos positivos y las bacterias fermentadoras de lactosa fueron determinadas en el medio por la producción de colonias con un brillo verde o colonias con un centro oscuro (Gerba & Pepper, 2019).

Y la prueba complementaria, en la que las colonias del agar se volvieron a inocular en caldo de lauril triptosa para demostrar la producción de ácido y gas (Gerba & Pepper, 2019).

3.1.3. Muestreo de SARS-CoV-2

La obtención de muestras el día 27 de enero, se realizó de forma puntual, se tomó 1L de agua en 5 envases estériles de polietileno de alta densidad, previamente rotulados en P1, P2, P3, P4 y P5 (tabla 4) (anexo 1) a lo largo del estero Data de Posorja. Luego de su recolección se colocaron en la hielera para conservarse a una temperatura de 4°C y fueron trasladadas al Instituto Nacional de Salud Pública e Investigación (INSPI) para la realización de su análisis a cargo del Dr. Leandro Patiño.

Tabla 4

Puntos de muestreo de SARS-CoV-2

Puntos de muestreo	Coordenadas	
	UTM WGS 1984 ZONA 17S	
	X	Y
P1	0575658	9701661
P2	0576625	9700050
P3	0576988	9699584
P4	0576633	9700823
P5	0570282	9705616

Nota. P5 recepta aguas servidas directas del Recinto San Vicente.

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

3.1.3.1. Análisis de laboratorio

Se detectó la posible presencia de SARS-CoV-2 en el Insitituto Nacional de Salud Pública e Investigación (INSPI), ubicado aproximadamente a 100 km del área de estudio, mediante el análisis RT-qPCR.

Se utilizó el kit SuperScript III Platinum One-Step qRT-PCR, que detectan dos genes de la nucleocápside viral (N1 y N2). Los cebadores y el control positivo para el SARS-CoV-2 y la ribonucleasa P (RNasa P) se adquirieron en Integrated DNA Technologies, Inc. (1710 Commercial Park Coralville, Iowa 52241 EE. UU.).

La reacción de PCR de una sola etapa para cada gen contenía 0,5 µl de agua ultrapura, 12,5 µl de mezcla tampón, 0,5 µl de enzima RT y 1,5 µl de cebadores. Las reacciones se realizaron en un sistema de PCR, con el siguiente termociclado: un ciclo de 50 °C durante 30 segundos, un ciclo de 95 °C durante 2 minutos y 45 ciclos de 95 °C durante 15 segundos y 60 °C durante 1 minuto.

3.3.4. Parámetros in situ

Se tomaron parámetros fisico-químicos en los puntos de muestreo con diferentes equipos, la salinidad se obtuvo con el refractómetro ATAGO/mil-E, el pH y la temperatura con pH metro digital, el oxígeno disuelto mediante el equipo Milwaukee MW600 PRO Dissolved Oxygen Meter, el total de sólidos disueltos y la

conductividad eléctrica a través del Medidor TDS & EC (Hold) y las coordenadas fueron obtenidas con el GPS Navegador Garmin 64s (anexo 1).

3.3.5. Análisis estadísticos

Los resultados de laboratorio y los valores obtenidos *in situ* se colocaron en Microsoft Excel, luego se procedieron a realizar los análisis estadísticos y gráficos a través de los programas MiniTab versión 19 y R versión 4.0.2, respectivamente. La normalidad fue determinada mediante la prueba de Anderson-Darling y la igualdad de varianzas se obtuvo a través del test de Levene. Los promedios fueron comparados mediante la prueba de una vía ANOVA ($p < 0,05$) para conocer si cada uno de los puntos tenían diferencias significativas, en cuanto al método Tukey, se utilizó con confianza de 95% para agrupar los resultados con diferencias significativas y se realizó la prueba de Kruskal-Wallis para los resultados que no presentaron distribución normal (anexo 2).

CAPÍTULO IV

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Coliformes fecales

Los valores obtenidos en P1 ($192,0 \pm 235,0$ NMP/100 mL), P2 ($10,1 \pm 11,2$ NMP/100 mL), P3 ($191,0 \pm 84,9$ NMP/100 mL) y P4 ($142,0 \pm 84,9$ NMP/100 mL), se encuentran dentro del límite permisible en la normativa ecuatoriana (<200 NMP/100 mL). Sin embargo, se obtuvieron valores máximos en P1 de 460 NMP/100 mL y de 240 NMP/100 mL en P3 y P4. Mediante ANOVA de una vía, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los puntos de muestreo ($F= 1,266$; $p= 0,3495$) (figura 3) (anexo 3).

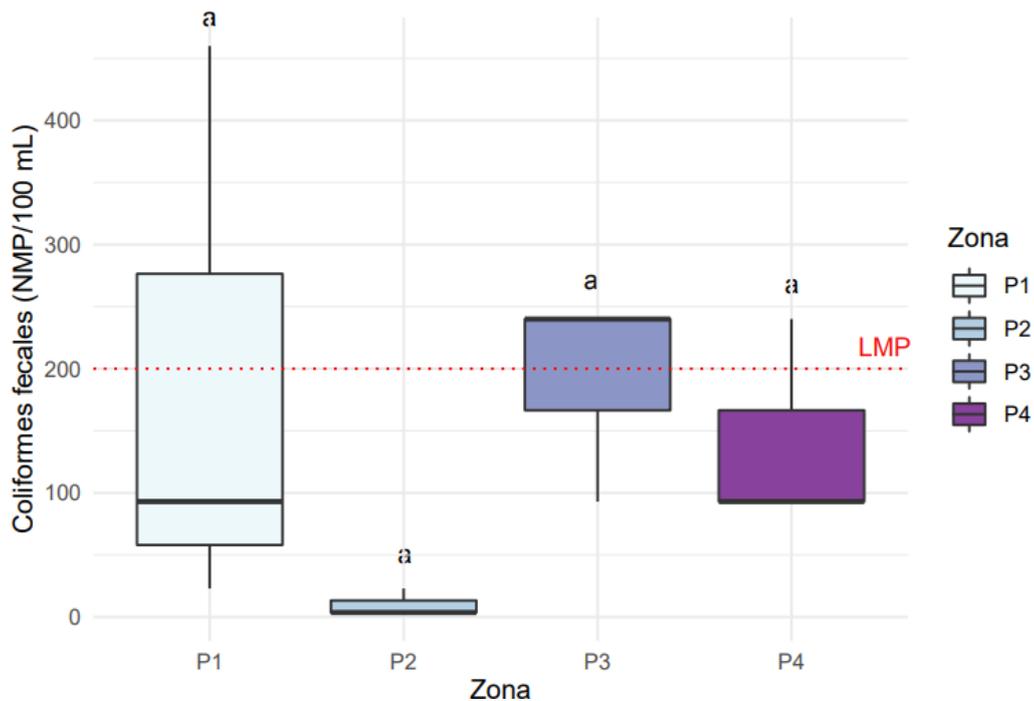


Figura 3. Concentraciones de coliformes fecales (NMP/100mL) obtenidas en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$).

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

4.1.2. *Escherichia coli*

Se detectó *Escherichia coli* en los 4 puntos analizados (anexo 3), las concentraciones que presentaron el mayor valor promedio \pm desviación estándar se evidenciaron en P1 ($50,7 \pm 21,5$ NMP/100 mL) y el menor valor promedio en P3 ($6,5 \pm 1,8$ NMP/100 mL), el valor máximo se observó en P1 con 93 NMP/100 mL y el valor mínimo en P3 fue de 3 NMP/100 mL.

No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ($F=3,253$; $p=0,08094$) mediante ANOVA de una vía (figura 4).

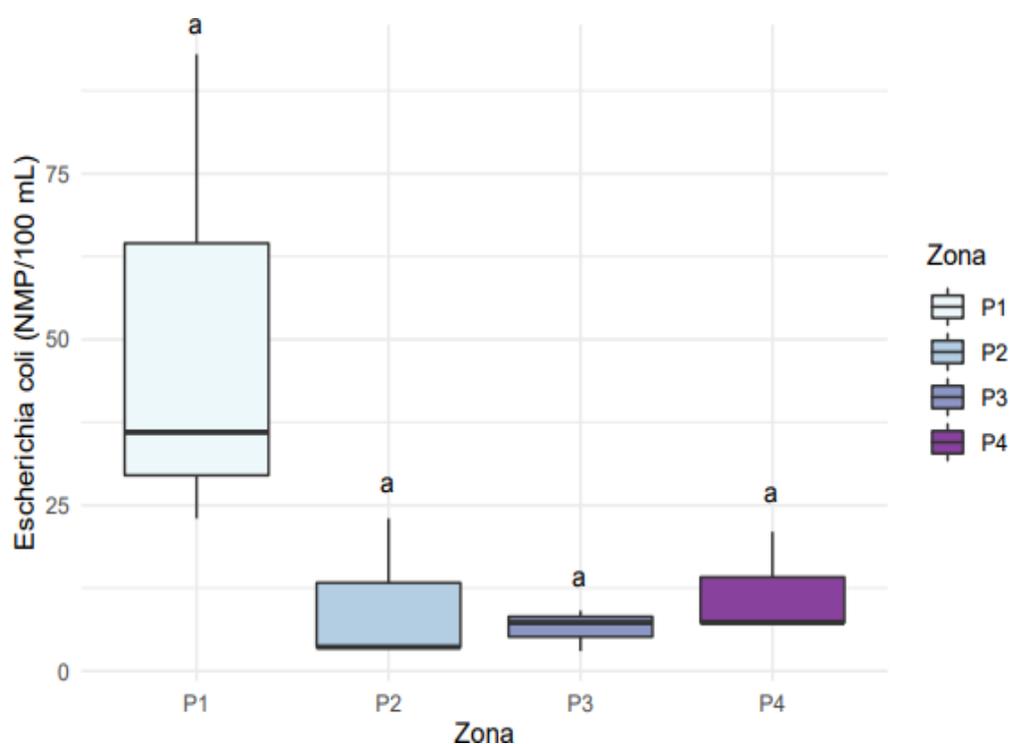


Figura 4. Concentraciones de *Escherichia coli* (NMP/100mL) obtenidas en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas ($p > 0,05$).

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

4.1.3. SARS-CoV-2

No se detectó SARS-CoV-2 en las muestras analizadas (P1, P2, P3, P4 y P5).

4.1.4. Parámetros fisicoquímicos

4.1.4.1. pH

Los valores de pH se encontraron dentro de los límites recomendados por la normativa para la protección de flora y fauna (6.5-9), sin embargo exhibieron diferencias estadísticamente significativas entre áreas según ANOVA de una vía ($p < 0,05$), y la prueba de Tukey (anexo 2), donde se determinó que la mayor diferencia significativa se presentó entre P2 y P4, siendo el pH de P4 (8,38) mayor que el de P2 (8,02). Los valores medios observados en P1 (8,38), P2 (8,16), P3 (8,10) y P4 (8,02) que no comparten una letra son significativamente diferentes (figura 5) (anexo 2).

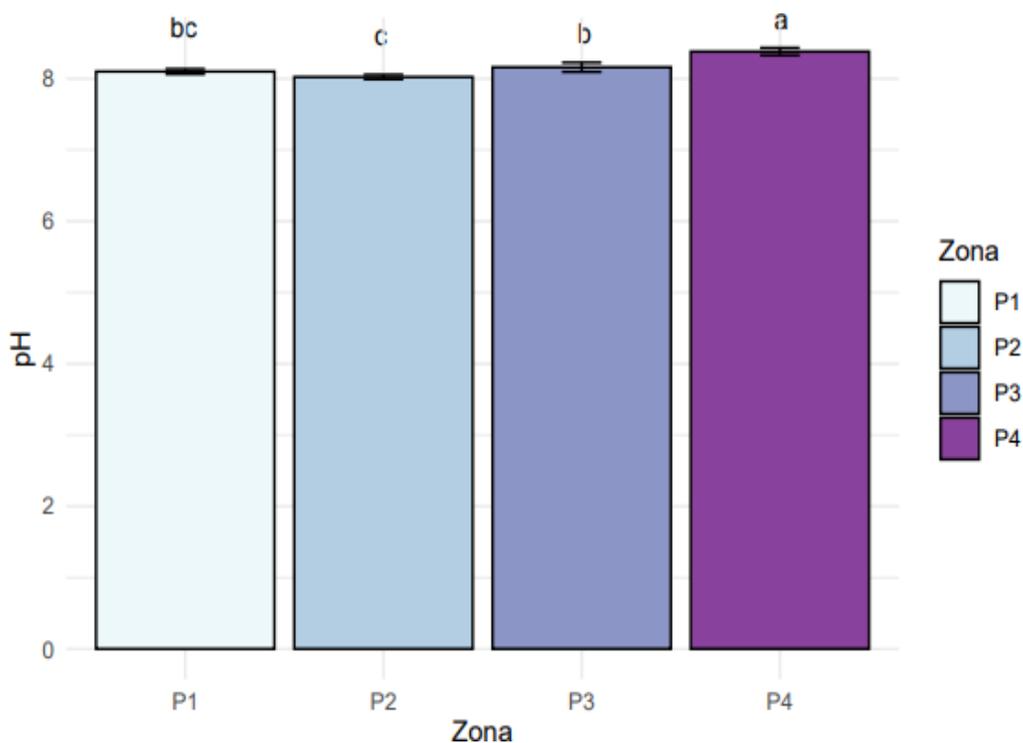


Figura 5. Valores de pH obtenidos en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

4.1.4.2. Temperatura en agua

Se obtuvieron medias de 33,5 °C (P1), 32,4 °C (P2), 32,1 °C (P3) y 32,1 °C (P4) y mediante ANOVA de una vía (anexo 2), se determinó que se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre la temperatura de los puntos de muestreo ($p < 0,05$). A pesar de que P1 se encontraba adyacente a P4, en la prueba de Tukey se obtuvo que ambos puntos mencionados, presentaron diferencia estadísticamente significativa. Asimismo, P1 mostró diferencia estadísticamente significativa con respecto a P3, pero los puntos indicados se encontraban en los extremos del área de estudio. En cuanto a P2, obtuvo el mismo valor promedio de temperatura en agua que en P3. Los valores medios obtenidos que no comparten una letra son significativamente diferentes (figura 6).

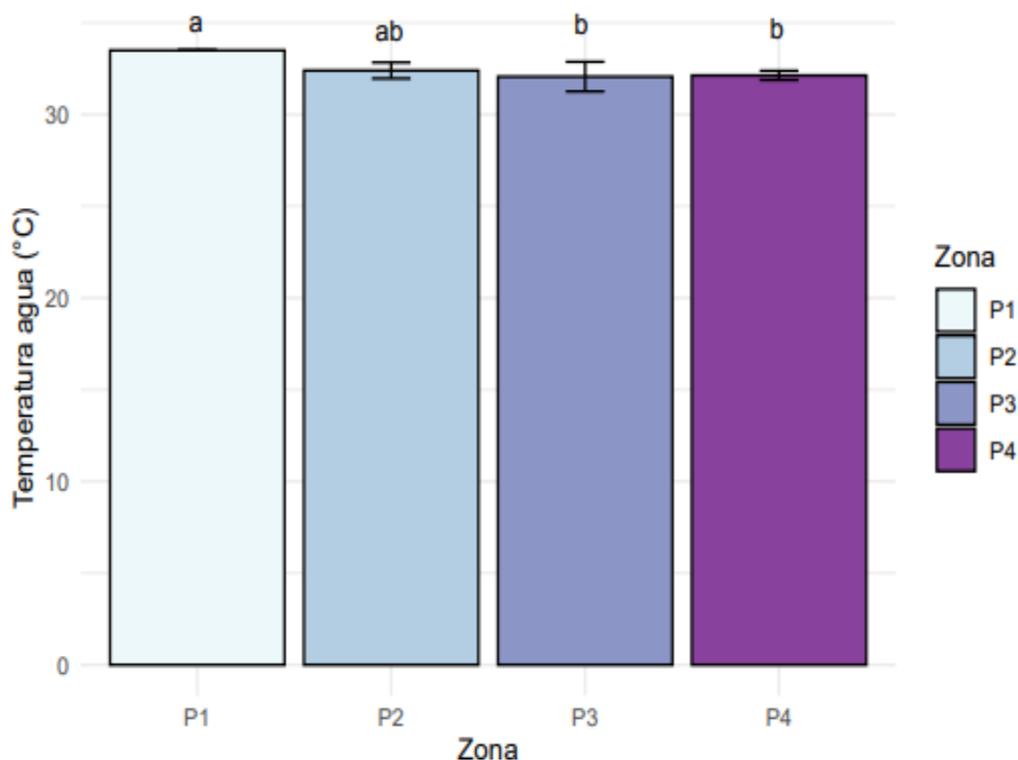


Figura 6. Valores de temperatura en agua (°C) obtenidos en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

4.1.4.3. Salinidad

Se identificaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) mediante ANOVA de una vía y se pudo denotar mediante la prueba de Tukey (anexo 2) que la diferencia de agrupación se encontró entre la media de P2 ($35,6 \pm 1,2$ UPS) y la media de P1 ($43,7 \pm 3,21$ UPS), P3 ($45,0 \pm 1,0$ UPS) y P4 ($47,7 \pm 3,21$ UPS). El valor máximo de 50 UPS se obtuvo en P4 y el valor mínimo de 35 UPS en P2. Los resultados se exponen como medias \pm desviación estándar y las letras que no se comparten es porque poseen diferencias estadísticamente significativas (figura 7).

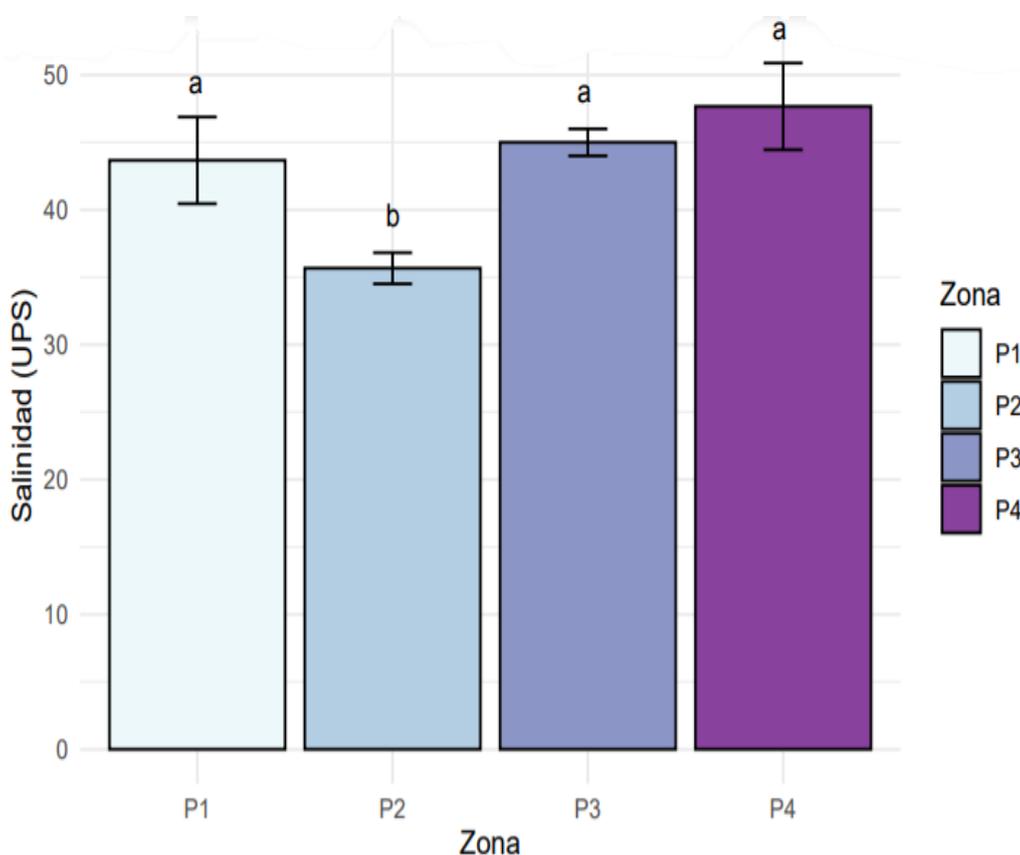


Figura 7. Valores de salinidad (UPS) obtenidos en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

4.1.4.4. Oxígeno disuelto (OD)

Mediante ANOVA de una vía, se determinó diferencias estadísticamente significativas entre el contenido de oxígeno disuelto de las áreas de muestreo ($p > 0,05$) y a través de la prueba Tukey (anexo 2) se verificó el siguiente orden: P3 ($6,7 \pm 0,5$ mg/L) > P2 ($5,6 \pm 0,2$ mg/L) > P1 ($1,6 \pm 0,4$ mg/L) > P4 ($0,6 \pm 0,2$ mg/L).

Los resultados se presentan como medias \pm desviación estándar y las letras que no se comparten, son debido a que se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas (figura 8).

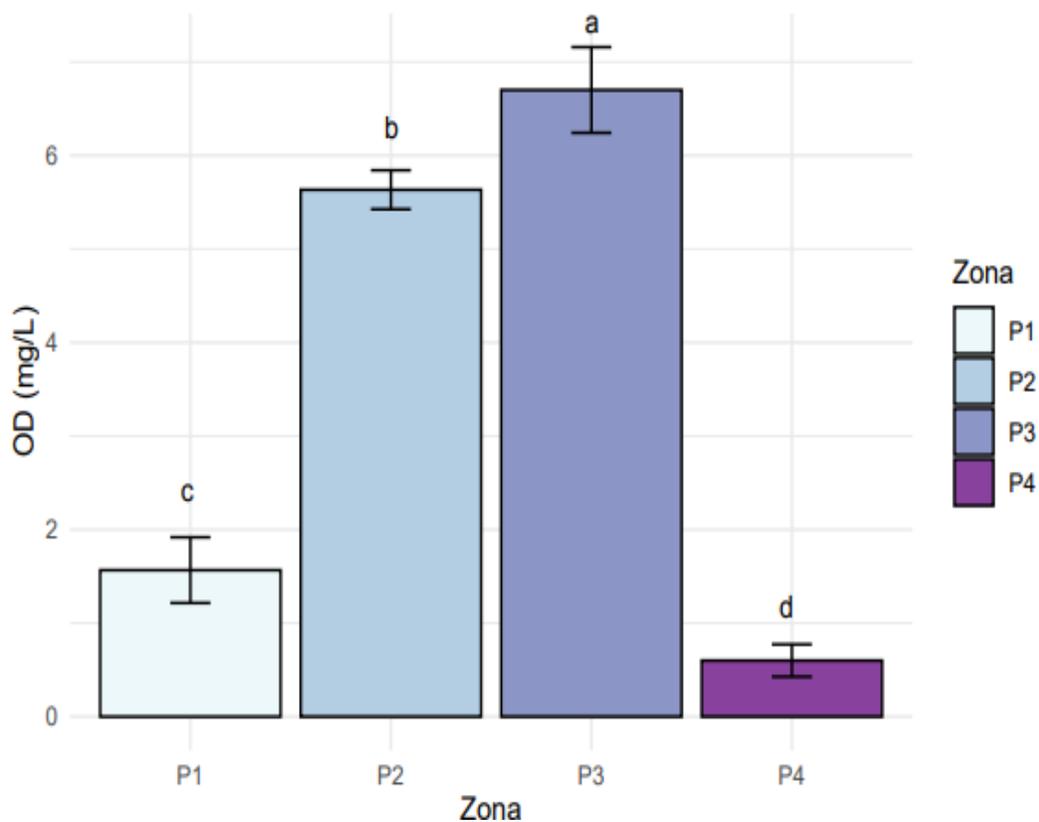


Figura 8. Valores de oxígeno disuelto (mg/L) obtenidos en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

4.1.4.6. Conductividad eléctrica (CE)

Se realizó la prueba de Anderson-Darling, con la cual se obtuvo que los valores de conductividad no poseen distribución normal ($p < 0,05$), por lo tanto, se procedió a realizar la prueba de Kruskal-Wallis (anexo 2), determinándose que al menos una mediana era diferente entre las áreas de estudio (H: 6,58 ; p: 0,08), específicamente la mediana encontrada en P4 (1352 $\mu\text{S}/\text{cm}$) ya que fue diferente a las medianas obtenidas (1249 $\mu\text{S}/\text{cm}$) en P1, P2 y P3.

Los resultados que se muestran están como medias \pm desviación estándar y el asterisco (*), indica que hay diferencia estadísticamente significativa entre P4 y P1, P2, P3 (figura 9).

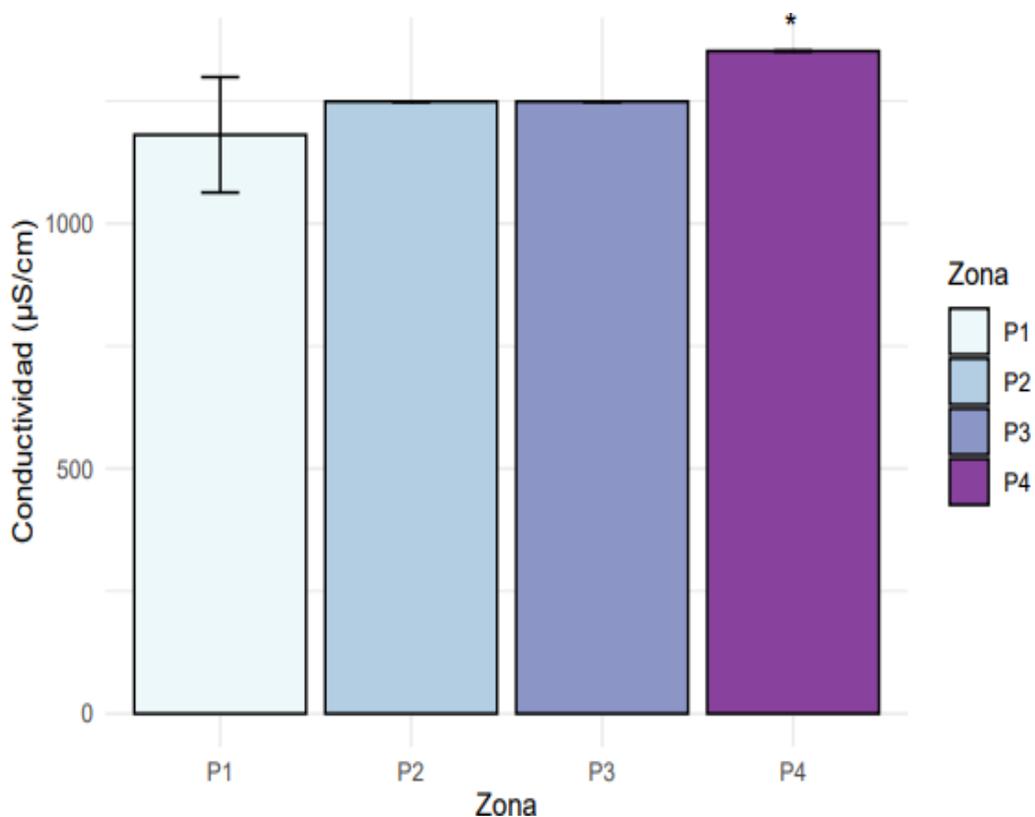


Figura 9. Valores obtenidos de conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

4.1.4.7. Total de sólidos disueltos (TDS)

Se realizó la prueba de Anderson-Darling, con la cual se obtuvo que los valores del total de sólidos disueltos no poseen distribución normal ($p < 0,05$), por ende, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis ($H: 6,58$; $p: 0,08$) (anexo 2) y no se demostró diferencias significativas, los valores promedios obtenidos son en P1: 6028 mg/L, en P2 y P3: 6245 mg/L y en P4: 6763 mg/L (figura 10).

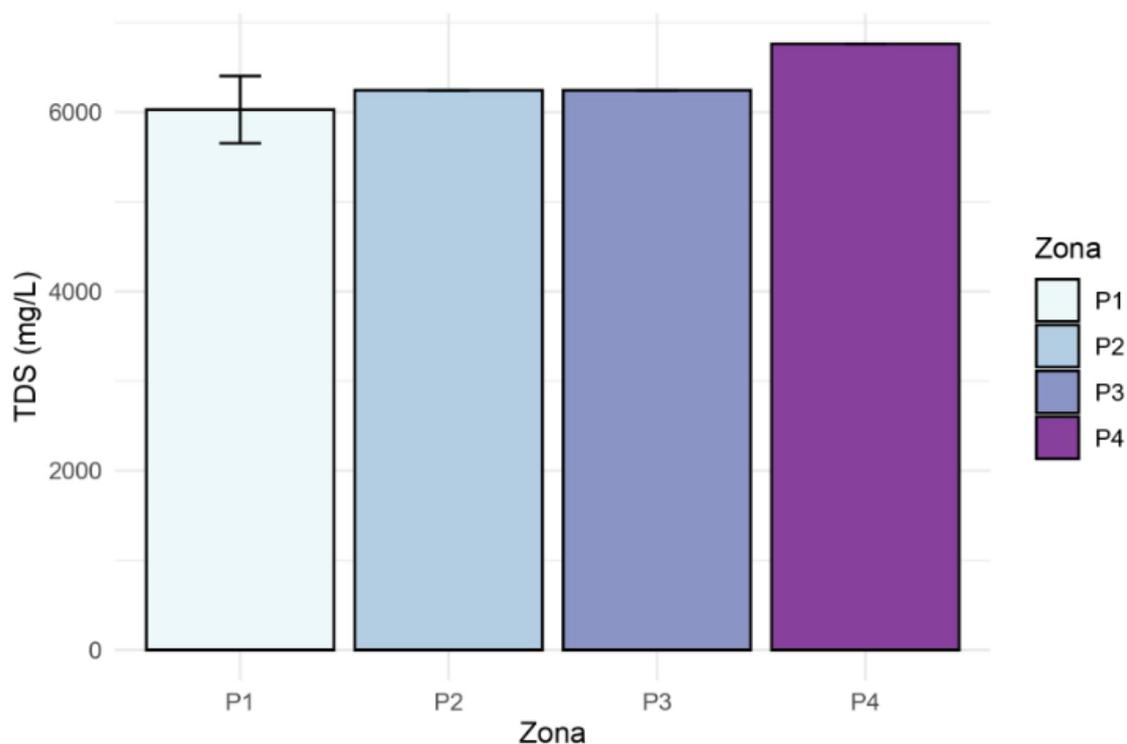


Figura 10. Valores obtenidos del total de sólidos disueltos (mg/L) en P1, P2, P3 y P4 en el estero Data de Posorja.

Elaborado por: Suárez, A. (2021)

4.2. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de coliformes fecales y *Escherichia coli*, no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las áreas de estudio en el Estero Data de Posorja y sus concentraciones obtuvieron sus valores máximos en P1, el cual se encuentra ubicado en el barrio Las Esclusas, probablemente debido a que las viviendas del lugar no poseen redes de alcantarillado y tienen pozos sépticos y chancheras, por ende, se sugiere que el origen de su contaminación fecal es debido a las aguas servidas despedidas por los habitantes hacia el estero.

Las investigaciones de Arcos et al. (2010), Pernía et al. (2019), Rivera Castro et al. (2019), han evidenciado que la influencia de aguas servidas vertidas directamente por los habitantes hacia los esteros incide en su calidad, demostrando su contaminación fecal, vinculado también, con lo mencionado por Divya & Solomon (2016) quienes indican que las concentraciones de coliformes fecales en ríos son generadas principalmente por la contaminación de desechos de animales y humanos, provenientes de la lixiviación de estiércol animal y descargas residuales domésticas, debido a la falta de disponibilidad de sistemas de tratamiento de aguas para la eliminación adecuada de sus excretas.

Entre otro de los hallazgos obtenidos, se evidenció que el menor valor promedio de concentraciones de coliformes fecales fue en P2 (10,1 NMP/100 mL), según Cupul-Magaña et al. (2006) se puede provocar el movimiento de las concentraciones de bacterias por la circulación de los vientos, además, pueden ser removidas y suspendidas por fuertes oleajes, en cuanto a la presente investigación el área de estudio se encuentra influenciada por los vientos fríos sur occidentales y P2 se ve influenciado por el movimiento de las embarcaciones, demostrando la posibilidad de que las bacterias coliformes fecales se hayan trasladado hacia P3 y P4, sitios los cuales están a los costados, determinándose valores promedios de 191 NMP/100 mL y 142 NMP/100 mL, respectivamente.

En cuanto a los límites permisibles, tanto la legislación ecuatoriana como la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos los establecen para el parámetro de coliformes fecales para fines recreativos a través de contacto primario en el agua y para aguas marinas <200 NMP/100 mL y media geométrica <200

UFC/mL, respectivamente. En el presente estudio superó con sus valores máximos la normativa nacional, en P1 (460 NMP/100 mL), en P3 (240 NMP/100 mL) y P4 (240 NMP/100 mL), a diferencia de la normativa estadounidense en la cual, se evidenció que las medias geométricas obtenidas se determinaron dentro del límite permisible para aguas marinas.

Los estudios de coliformes fecales realizados en nuestro país registran la incidencia de contaminación fecal en diversos cuerpos hídricos, entre los estudios realizados en la región costa está el del estuario del río Chone con fluctuaciones de 240 a 2400 NMP/100 mL, la desembocadura del río Esmeraldas obtuvo valores de 93 a 4600 NMP/100 mL, en la Bahía de Jaramijó, Manta y Pedernales se alcanzaron valores de 1200 NMP/100 mL (Palacios, 2013), evidenciando las mayores concentraciones en los sitios cercanos a los asentamientos humanos, al igual que el presente estudio que evidencia altas concentraciones en sitios cercanos a los barrios.

En el estudio de Valenzuela et al. (2012) en Chile realizado en un estero que atraviesa un predio, se registró 924 NMP/100 mL de coliformes fecales en el sitio de la salida del estero, asimismo, en la presente investigación, se demuestra una alta concentración en la salida del estero (desembocadura) con una máxima de 240 NMP/100 mL. Santiago-Rodriguez et al. (2012) en la cuenca hidrográfica de Río Grande de Arecibo en Puerto Rico, durante la época lluviosa determinaron valores de hasta 818 y 1053 CFU/100 mL en 2 de los 13 sitios muestreados, en la presente investigación 3 de los 4 sitios muestreados, poseen altos valores de coliformes fecales.

La presencia de coliformes fecales en altas concentraciones aumenta el riesgo de que bacterias patógenas asociadas a los desechos fecales estén presentes, promoviendo enfermedades como: disentería, gastroenteritis, tifoidea y hepatitis (Pernía et al., 2019) a través de la transmisión fecal-oral proveniente por el agua contaminada.

Con respecto a las concentraciones de *Escherichia coli*, no se posee un límite establecido en la legislación vigente ecuatoriana sobre la calidad del agua, no obstante, la Agencia de Protección del Ambiente de Estados Unidos establece como límite la media geométrica de 126 UFC/mL y el Parlamento Europeo junto

con el Consejo de la Unión Europea indica que con 90 percentil <250 UFC/mL la calidad del agua es excelente, <500 UFC/mL es buena y con 95 percentil <500 es suficiente y son admisibles para el contacto recreacional en el agua (EPA (United States Environmental Protection Agency), 2012; European Parliament & Council of the European Union, 2006). Los valores del estudio se encontraron dentro del límite establecido en la legislación estadounidense y en la legislación europea se encuentra clasificada como "excelente".

En estudios realizados sobre concentraciones de *Escherichia coli*, como en el río Hardy en la región fronteriza de México se detectó 7100 NMP/100 mL (Romero et al., 2010) y en el Río Jerusalén en la República del Congo se detectó $2,6 \times 10^5$ UFC/mL (Kayembe et al., 2018), siendo valores elevados, considerándose sitios no aptos para actividades con fines recreativos, en contraste con este estudio realizado en el estero con altos niveles de salinidad característica que influiría en la disminución de las concentraciones de *Escherichia coli*, siendo relativo a lo manifestado por Baños & Castro (2013) hallando que las altas concentraciones de coliformes se deben a la baja salinidad.

En Ecuador se han determinado concentraciones de *Escherichia coli* de 2×10^2 UFC/mL en uno de los sitios muestreados del estuario Chulluype, ubicado en la provincia de Santa Elena (Plúas-Chiquito et al., 2020), lugar cercano área de estudio, a diferencia del estero Huaylá, ubicado en la provincia de El Oro, el cual se encuentra distante al área de estudio, se hallaron valores de hasta 12700 UFC/100 mL (Benitez, 2019), en comparación con ambos cuerpos hídricos mencionados el presente estudio tuvo un menor valor de hasta 93 NMP/100 mL.

Y en el estudio realizado por Baños & Castro (2013) en la provincia Guayas, en enero de 2010, se demostraron valores de 4 a 450 NMP/100mL concernientes a las concentraciones de coliformes fecales en el estero Salado, similares a los valores obtenidos en esta investigación, teniendo como resultado concentraciones que van desde 3 a 460 NMP/100mL. Otra similitud, del mencionado estudio es que encontraron mayores concentraciones de *Escherichia coli* en los primeros sitios de muestreo (Baños & Castro, 2013), se evidencia en esta investigación el ascenso de sus concentraciones ubicados en los primeros sitios del área de estudio: P1 (50,7

NMP/ 100 mL) > P4 (11,9 NMP/100 mL) > P2 (10,1 NMP/100 mL) > P3 (6,5 NMP/100 mL).

En lo referente a los parámetros fisicoquímicos obtenidos *in situ* (pH, temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, total de sólidos disueltos y conductividad eléctrica) mostraron correlaciones. Sivakumar et al. (2020) indicaron que se puede establecer la correlación directa entre TDS y CE, por la composición iónica del cuerpo del agua, lo cual se demuestra en el presente estudio porque los niveles del total de sólidos disueltos, los cuales no mostraron diferencias significativas, tienen su mayor valor promedio en P4 (6763 mg/L) al igual que los niveles de conductividad eléctrica, los cuales si mostraron diferencias significativas, encontrándose el mayor valor promedio (1352 $\mu\text{S}/\text{cm}$) también en P4 del área de estudio.

Cabe mencionar que el nivel de sal o salinidad en un cuerpo de agua se puede medir por la cantidad de TDS presentes en el agua medida en mg/L (Sivakumar et al., 2020). El sitio muestreado con mayor valor promedio de TDS fue P4, simultáneamente presentó la mayor concentración en promedio de salinidad de 47,7 UPS. Se expone también que en el sitio de muestreo de apoderamiento de embarcaciones de pescadores (P2) se tiene la menor salinidad y también las menores concentraciones de coliformes fecales, relacionado con lo manifestado por Šolić & Krstulović (1992) en su estudio comparativo de factores fisicoquímicos con coliformes fecales, comprobando que a menor salinidad, mayor supervivencia de coliformes fecales.

El pH obtenido en los puntos de muestreo estaba dentro del límite admisible por la legislación ecuatoriana para uso del agua para fines recreativos mediante contacto primario (6.5-8.3) y para la preservación de la vida acuática y silvestre (6.5-9) (Ministerio del Ambiente, 2015), ya que se presenta con valores de 8,02 a 8,38. Se destaca que el pH se relaciona de forma inversamente proporcional a la salinidad en los sitios muestreados, de igual forma lo demostró en su estudio Hernández-Ayón et al. (2003) sobre la relación de pH-salinidad en el agua de mar.

Los resultados de temperatura del agua se encontraron dentro del rango de 32,1 °C a 33,5 °C y el oxígeno disuelto varió de 0,6 a 6,7 mg/L, también, demostrando una relación inversamente proporcional, a mayor temperatura menor

oxígeno disuelto, lo cual también fue corroborado en el estudio realizado por Ponce-Palafox et al. (2019).

El oxígeno disuelto se encontró en concentraciones bajas en P4 (0,6 mg/L), P1 (1,6 mg/L) y P2 (5,6 mg/L) y estos bajos niveles de oxígeno no son tolerables para los peces y otros organismos, generando efectos negativos sobre su biodiversidad (Rodríguez & Silva, 2015). Consecuentemente, se encuentra la especie *Gambusia affinis* conocida comúnmente como "millonaria/o" en el área de estudio, siendo una especie de significativo interés debido a su capacidad para soportar condiciones severas sin estrés aparente (Lewis, 1970). Según Jiménez et al. (2015) es común hallar esta especie en reservorios y canales de camaroneras, donde se desarrollan y prosperan sin inconvenientes, coincidentemente alrededor de P4 había camaroneras.

En el estero estudiado no se detectó cargas virales de SARS-CoV-2, un estudio similar se realizó en el río de Japón, indicando que la no detección podría ser debido a la baja prevalencia de infecciones de COVID-19 (Haramoto et al., 2020) y según el estudio realizado por Nemudryi et al. (2020) sobre muestras recolectadas sin tratar de la planta de tratamientos de aguas residuales en Estados Unidos, se demostró que las concentraciones de ARN viral disminuyeron hasta caer por debajo del límite de detección, sin embargo, luego de un mes comenzaron a dar positivo, coincidentemente con el aumento de casos en la comunidad. El día anterior de la recolección de muestras en el área de estudio se presentó una baja incidencia de casos notificados con COVID-19 (579) y los días posteriores hubo un incremento de los mismos, conllevando a la posibilidad de detectar SARS-CoV-2 en los días siguientes de la toma de muestras.

Otro factor que podría influir en la no detección es la salinidad, según Allende Prieto et al. (2020) el efecto de dilución, así como la presencia de sal, contribuyen a una disminución de la carga viral y a su inactivación por analogía a lo que sucede con virus similares, sugiriendo la probabilidad de que en el presente estudio no se haya detectado cargas virales por los elevados niveles de salinidad obtenidos en el área de estudio.

Para finalizar el estero Data de Posorja se encuentra contaminado con coliformes fecales, pero no con el virus SARS-CoV-2.

4.3. CONCLUSIONES

Se detectaron concentraciones de coliformes fecales y *Escherichia coli* en los sitios analizados del área de estudio con concentraciones promedios de 10,1 a 192 NMP/100mL de coliformes fecales y concentraciones promedios de 10,1 a 50,7 NMP/100mL referentes a *Escherichia coli*.

Se determinó que los valores máximos obtenidos de coliformes fecales, superaron en 3 de los 4 sitios muestreados los límites admisibles en la legislación ecuatoriana de calidad para aguas con fines recreativos mediante contacto primario, sin embargo, las medias geométricas se encontraron dentro de los límites permisibles para aguas marinas según la legislación estadounidense.

La *Escherichia coli* se evidenció dentro de los límites permisibles para fines recreativos en el agua según la legislación estadounidense y según la legislación europea es clasificada como "excelente".

No se detectó SARS-CoV-2 debido a la alta salinidad y al día en que se recolectaron las muestras con baja incidencia de COVID-19.

Con respecto a los parámetros fisicoquímicos, se evidenció la correlación directa entre el total de sólidos disueltos con la conductividad, también, se evidenció una relación inversamenteproporcional entre el pH con la salinidad.

Se concluye que el estero Data de Posorja se encuentra contaminado por bacterias coliformes fecales y el principal motivo es por las aguas residuales domésticas que se vierten sin previo tratamiento, además de presentar bajos niveles de oxígeno disuelto y alta salinidad.

4.4. RECOMENDACIONES

- Evitar actividades recreativas mediante contacto primario (buceo, natación y baños) en el estero, debido a que la mayoría de sus máximas superan el límite permisible para el parámetro de coliformes fecales, acorde a lo descrito en la normativa ambiental vigente de Ecuador y los niveles de oxígeno se encuentran por debajo de lo recomendado.
- Restablecer el límite máximo permisible para coliformes fecales, en criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre como se encontraba en el TULAS (Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria) del año 2008, mismo que fue eliminado en el Acuerdo Ministerial 097 A del 2015.
- Establecer límite máximo permisible para concentraciones de *Escherichia coli* en el agua para fines recreativos, acorde a límites internacionales.
- Realizar estudio comparativo de contaminación fecal y parámetros fisicoquímicos en época seca.
- Determinar concentraciones de coliformes fecales y *Escherichia coli* en sedimento.
- Detectar periódicamente SARS-COV-2 en el estero y comparar resultados con la incidencia de casos notificados de COVID-19.
- A las autoridades pertinentes implementar redes de alcantarillado y mejorar el servicio de recolección de basura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allende Prieto, A., de Andrés Miguel, A., Figueras Huerta, A., & Grimalt Obrador, J. (2020). Informe sobre transmisión del SARS-CoV-2 en playas y piscinas. In CSIC. https://www.csic.es/sites/default/files/informe_playasypiscinas_csic.pdf
- Arcos, V., Mero, M., Machuca, M., Vera, L., Fuentes, A., Flores, E., Egas, F., Feys, J., & Velasteguí, V. (2010). *Evaluación del nivel de contaminación bacteriológica en agua y sedimento del estuario, y su relación con la calidad del agua subterránea de la comuna Cerrito de Los Morreños, golfo de Guayaquil-Ecuador.*
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2008, October). *Constitución de la República del Ecuador 2008.*
https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-06/CONSTITUCION_2008.pdf
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos Y Aprovechamiento del Agua.*
<http://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Organica-de-Recursos-Hidricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2017). *Código Orgánico del Ambiente.* https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Baños, G., & Castro, R. (2013). Distribución y concentración de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y enterococos en el agua y sedimento en el estero salado (tramos b, d, e y g). *Ciencias Naturales y Ambientales.*
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/63400167/2013_articulos_revista_No52_0200522-52011-1orvv8c.pdf?1590200292=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDistribucion_y_concentracion_de_coliform.pdf&Expires=1614988318&Signature=b9XylwNEzh8GkEXzuoh
- Baños, L. (2012). *Distribución y concentración de coliformes totales, coliformes fecales, Escherichia coli y enterococos en el agua y sedimento en el Estero Salado (tramos B, D, E y G) [Universidad de Guayaquil].*

[http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/810/3/Distribución y concentración Parte 2.pdf](http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/810/3/Distribución_y_concentración_Parte_2.pdf)

- Baric, R. S., Sheahan, T., Deming, D., Donaldson, E., Yount, B., Sims, A. C., Roberts, R. S., Frieman, M., & Rockx, B. (2006). SARS coronavirus vaccine development. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 581, 553–560. https://doi.org/10.1007/978-0-387-33012-9_101
- Barros, D., Castro, D., & Pino, S. (2020). Calidad De Agua Del Estero Salado Y Su Incidencia En La Fauna Acuática, Sector La Chala - Guayaquil. *IOSR Journal of Applied Chemistry (IOSR-JAC)*, 13(3), 18–24. <https://doi.org/10.9790/5736-1303021824>
- Bartram, J., Ballance, R., UNEP, & WHO. (1996). *Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater*.
- Beiras, R. (2018). Microbial Pollution. In *Marine Pollution* (pp. 41–51). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813736-9.00004-0>
- Benitez, D. (2019). *Evaluación de la calidad físicoquímica y microbiológica del agua del estero huaylá, parroquia puerto bolívar-El Oro-Ecuador* [Universidad Técnica de Machala]. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14145/1/T-2875_BENITEZ DAVILA DANIEL ISAIAS.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14145/1/T-2875_BENITEZ_DAVILA_DANIEL_ISAIAS.pdf)
- Borchardt, D., UNEA, & WWQA. (2016). *The world ' s water quality : A pre-study for a worldwide assessment*. http://www.wwqa-documentation.info/assets/wwqa_unea_borchardt_2016-05-18.pdf
- Burton, G. A. (1982). Microbiological Water Quality of Impoundments: A Literature Review. *Public Health Resources*, 1–53.
- Casas J. (2017). Guía para la realización de un estudio ambiental: El caso de la cuenca del río Adra. *Almería*, 11, 139–145.
- Chacón, C., & García, H. (2012). Calidad Sanitaria de las Aguas Superficiales y Subterráneas, de la Subcuenca del Río Viejo. *Universidad y Ciencia*, 6(9), 13–19. <https://doi.org/10.5377/uyc.v6i9.1951>
- Channappanavar, R., & Perlman, S. (2017). Pathogenic human coronavirus

infections: causes and consequences of cytokine storm and immunopathology. *Seminars in Immunopathology*, 39(5), 529–539.
<https://doi.org/10.1007/s00281-017-0629-x>

Colclasure, V. J., Soderquist, T. J., Lynch, T., Schubert, N., McCormick, D. S., Urrutia, E., Knickerbocker, C., McCord, D., & Kavouras, J. H. (2015). Coliform bacteria, fabrics, and the environment. *American Journal of Infection Control*, 43(2), 154–158. <https://doi.org/10.1016/j.ajic.2014.11.001>

Cupul-Magaña, L. A., Mösso-Aranda, C., Sánchez-Arcilla, A., Sierra-Pedrico, J. P., Fermán-Almada, J. L., Romero, I., & Falco, S. (2006). Distribución bacteriológica en el agua de mar en la Bahía Cullera, España. *Ciencias Marinas*, 32(2), 311–318. <https://doi.org/10.7773/cm.v32i21.1058>

Divya, A. H., & Solomon, P. A. (2016). Effects of Some Water Quality Parameters Especially Total Coliform and Fecal Coliform in Surface Water of Chalakudy River. *Procedia Technology*, 24, 631–638.
<https://doi.org/10.1016/j.protcy.2016.05.151>

Elliot, E. L., & Colwell, R. R. (1985). Indicator organisms for estuarine and marine waters. *FEMS Microbiology Letters*, 32(2), 61–79.
[https://doi.org/10.1016/0378-1097\(85\)90057-6](https://doi.org/10.1016/0378-1097(85)90057-6)

EPA (United States Environmental Protection Agency). (1982). *A compilation of Water Quality Standards for Marine Waters*.
<https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/2000YVUT.PDF?Dockey=2000YVUT.PDF>

EPA (United States Environmental Protection Agency). (2012). *2012 Recreational Water Quality Criteria*. EPA-820-F12-061.
<https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-10/documents/rec-factsheet-2012.pdf>

Espinosa-Rosales, F. J. (2020). Inmunopatología de la infección por virus SARS-CoV-2. *Acta Pediátrica de México*, 41, S42–S50.
<https://doi.org/10.18233/apm41no4s1pps42-s502070>

European Parliament, & Council of the European Union. (2006). Directive 2006/7/EC of the European Parliament and of the Council of 15 February

2006 concerning the management of bathing water quality and repealing Directive 76/160/EEC. *Official Journal of the European Union*, L 064(1882).
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32006L0007>

FAO. (1997). *Aseguramiento de la calidad de los productos pecuarios*.

<http://www.fao.org/3/t1768s/T1768S03.htm#ch3.1.2.3>

Frick, C., Vierheilig, J., Nadiotis-Tsaka, T., Ixenmaier, S., Linke, R., Reischer, G. H., Komma, J., Kirschner, A. K. T., Mach, R. L., Savio, D., Seidl, D., Blaschke, A. P., Sommer, R., Derx, J., & Farnleitner, A. H. (2020). Elucidating fecal pollution patterns in alluvial water resources by linking standard fecal indicator bacteria to river connectivity and genetic microbial source tracking. *Water Research*. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.116132>

Gerba, C. P., & Pepper, I. L. (2019). Microbial Contaminants. In *Environmental and Pollution Science* (3rd ed., pp. 191–217). Elsevier.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814719-1.00013-6>

Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Playas. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Playas*.

<http://app.sni.gob.ec/sni->

[link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0960005530001_PDYOT_PLAYAS_14-03-2015_15-52-03.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0960005530001_PDYOT_PLAYAS_14-03-2015_15-52-03.pdf)

Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Posorja. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Rural Posorja 2015-2019*.

<http://app.sni.gob.ec/sni->

[link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0968538070001_PDOT_Posorja_2015-2019_Aprobado_30-06-2016_13-59-41.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0968538070001_PDOT_Posorja_2015-2019_Aprobado_30-06-2016_13-59-41.pdf)

Gobierno Provincial de Manabí. (2014). *Borrador del estudio de impacto ambiental para el dragado del estero Ebano, del cantón Sucre*.

<https://maemanabi.files.wordpress.com/2014/08/borrador-eia-dragado-estero-ebano1.pdf>

Gorbalenya, A. E., Baker, S. C., Baric, R. S., de Groot, R. J., Drosten, C., Gulyaeva, A. A., Haagmans, B. L., Lauber, C., Leontovich, A. M., Neuman, B. W., Penzar, D., Perlman, S., Poon, L. L. M., Samborskiy, D. V., Sidorov, I. A.,

- Sola, I., & Ziebuhr, J. (2020). The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nature Microbiology*, 5(4), 536–544. <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>
- Guerrero-Latorre, L., Ballesteros, I., Villacrés, I., Granda, M., Freire, B., & Ríos, B. (2020). SARS-CoV-2 in river water: Implications in low sanitation countries. *Science of the Total Environment*, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140832>
- Haramoto, E., Bikash, M., Thakali, O., & Kitajima, M. (2020). First environmental surveillance for the presence of SARS-CoV-2 RNA in wastewater and river water in Japan. *Science of the Total Environment*, 737, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140405>
- Harrison, A., Lin, T., & Wang, P. (2020). Mechanisms of SARS-CoV-2 Transmission and Pathogenesis. *Trends in Immunology*, 1–16. <https://doi.org/10.1016/j.it.2020.10.004>
- Hernández-Ayón, J., Zirino, A., Marinone, S. G., Canino-Herrera, R., & Galindo-Bect, M. S. (2003). Relación pH-densidad en el agua de mar. *Ciencias Marinas*, 29(4), 497–508. <https://doi.org/10.7773/cm.v29i4.166>
- Holcomb, D. A., & Stewart, J. R. (2020). Microbial Indicators of Fecal Pollution: Recent Progress and Challenges in Assessing Water Quality. *WATER AND HEALTH*, 7(3), 311–324. <https://doi.org/10.1007/s40572-020-00278-1>
- Hossain, F. (2019). Chapter 10 - Water pollution. In *Sustainable Development for Mass Urbanization* (pp. 151–267). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817690-0.00010-5>
- Hussain, Q. A. (2019). Bacteria: The natural indicator of environmental pollution. In *Freshwater Microbiology: Perspectives of Bacterial Dynamics in Lake Ecosystems* (pp. 393–220). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817495-1.00010-4>
- Ihsanullah, I., Bilal, M., & Naushad, M. (2020). Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in water environments: Current status, challenges and research opportunities. *Journal of Water Process Engineering*, 2(August), 101735.

<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101735>

Iñiguez-Armijos, C., Sánchez, J., Villareal, M., Aguilar, S., & Rosado, D. (2020). Effects of bathing intensity, rainfall events, and location on the recreational water quality of stream pools in southern Ecuador. *Chemosphere*, 243, 1.26. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.125442>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013a). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169: 2013 Agua, Calidad de agua, Muestreo Manejo y Conservación de Muestras*. Instituto Ecuatoriano De Normalización. <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2169-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-MANEJO-Y-CONSERVACIÓN-DE-MUESTRAS.pdf>

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2013b). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:2013 Agua. Calidad del agua. Muestreo. Técnicas de muestreo*. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2176-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-TÉCNICAS-DE-MUESTREO.pdf?x42051>

Islam, M. M. M., Shafi, S., Bandh, S. A., & Shameem, N. (2019). Impact of environmental changes and human activities on bacterial diversity of lakes. In *Freshwater Microbiology: Perspectives of Bacterial Dynamics in Lake Ecosystems* (pp. 105–136). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817495-1.00003-7>

Jerves-Cobo, R., Córdova-Vela, G., Iñiguez-Vela, X., Díaz-Granda, C., Van Echelpoel, W., Cisneros, F., Nopens, I., & Goethals, P. L. M. (2018). Model-based analysis of the potential of macroinvertebrates as indicators for microbial pathogens in rivers. *Water (Switzerland)*, 10(4). <https://doi.org/10.3390/w10040375>

Jiménez, P., Aguirre, W., Laaz, E., Navarrete, R., Nugra, F., Rebolledo, E., Zárate, E., Torres, A., & Valdiviezo, J. (2015). *Guía de peces para aguas continentales en la vertiente occidental del Ecuador* (Pontificia). http://symbiont.ansp.org/ixingu/library/Jimenez-Pardo_2015_Guia_Peces_Ecuador_Occidental.pdf

- Johannessen, G. S., Wennberg, A. C., Nesheim, I., & Tryland, I. (2015). Diverse land use and the impact on (Irrigation) water quality and need for measures - A case study of a Norwegian river. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *12*(6), 6979–7001.
<https://doi.org/10.3390/ijerph120606979>
- Jones, D. L., Quintela, M., Graham, D., Corbishley, A., McDonald, J. E., Malham, S. K., Hillary, L. S., Connor, T. R., Gaze, W. H., Moura, I. B., Wilcox, M. H., & Farkas, K. (2020). Shedding of SARS-CoV-2 in feces and urine and its potential role in person-to-person transmission and the environment-based spread of COVID-19. *Science of the Total Environment*, *749*(July), 1–17.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141364>
- Kayembe, J. M., Thevenon, F., Laffite, A., Sivalingam, P., Ngelinkoto, P., Mulaji, C. K., Otamonga, J. P., Mubedi, J. I., & Poté, J. (2018). High levels of faecal contamination in drinking groundwater and recreational water due to poor sanitation, in the sub-rural neighbourhoods of Kinshasa, Democratic Republic of the Congo. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, *221*(3), 400–408. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2018.01.003>
- Kitajima, M., Ahmed, W., Bibby, K., Carducci, A., Gerba, C. P., Hamilton, K. A., Haramoto, E., & Rose, J. B. (2020). SARS-CoV-2 in wastewater: State of the knowledge and research needs. *Science of the Total Environment*, *739*, 139076. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139076>
- La Rosa, G., Laconelli, M., Mancini, P., Bonanno Ferraro, G., Veneri, C., Bonadonna, L., Lucentini, L., & Suffredini, E. (2020). First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy. *Science of the Total Environment*.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139652>
- Lewis, W. M. (1970). Morphological Adaptations of Cyprinodontoids for Inhabiting Oxygen Deficient Waters. *Copeia*, *1970*(2), 319–326.
<https://doi.org/10.2307/1441653>
- Liu, D. (2015). Diarrhoeagenic Escherichia coli. In *Molecular Medical Microbiology: Second Edition* (Vol. 2, pp. 1133–1146). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397169-2.00064-0>

- Liu, D. (2019). *Escherichia coli*. In *Encyclopedia of Microbiology* (Issue August, pp. 171–182). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801238-3.02291-1>
- Lodder, W., & de Roda Husman, A. M. (2020). SARS-CoV-2 in wastewater: potential health risk, but also data source. *The Lancet Gastroenterology and Hepatology*, 5(6), 533–534. [https://doi.org/10.1016/S2468-1253\(20\)30087-X](https://doi.org/10.1016/S2468-1253(20)30087-X)
- Mendonca, A., Thomas-Popo, E., & Gordon, A. (2020). Microbiological considerations in food safety and quality systems implementation. In *Food Safety and Quality Systems in Developing Countries* (pp. 185–260). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-814272-1.00005-x>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Acuerdo Ministerial 097-A*. <https://www.gob.ec/regulaciones/097-reforma-al-texto-unificado-legislacion-ambiental-secundaria>
- Mohapatra, S., Menon, N., Mohapatra, G., Pisharody, L., Pattnaik, A., Menon, N., Bhukya, P., Srivastava, M., Singh, M., Barman, M., Gin, K., & Mukherji, S. (2020). The novel SARS-CoV-2 pandemic: Possible environmental transmission, detection, persistence and fate during wastewater and water treatment. *Science of the Total Environment*, 1–24. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142746>
- Naciones Unidas. (2004, December 15). *United Nations Division for Sustainable Development-National Information-Indicators of Sustainable Development*. <https://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/indisd/spanish/ambienta.htm#18>
- Nemudryi, A., Nemudraia, A., Wiegand, T., Surya, K., Buyukyoruk, M., Cicha, C., Vanderwood, K. K., Wilkinson, R., & Wiedenheft, B. (2020). Temporal Detection and Phylogenetic Assessment of SARS-CoV-2 in Municipal Wastewater. In *Cell Reports Medicine*. Elsevier Company. <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2020.100098>
- Okafor, N. (2011). Environmental Microbiology of Aquatic and Waste Systems. In *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1460-1>
- OMS. (2015). *Temas de salud | Escherichia coli*. WHO; World Health

Organization.

https://www.who.int/topics/escherichia_coli_infections/es/#:~:text=Escherichia coli es una bacteria,grave enfermedad de transmisión alimentaria.

OMS. (2018). *Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta edición. Incorpora la primera adenda.* OMS.

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

OMS. (2020a). *Preguntas y respuestas sobre la enfermedad por coronavirus (COVID-19).* <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>

OMS. (2020b, July 29). *Agua, saneamiento, higiene y gestión de desechos en relación con el SARS-CoV-2, el virus causante de la COVID-19.*

https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/333807/WHO-2019-nCoV-IPC_WASH-2020.4-spa.pdf

Palacios, C. (2013). Distribución de coliformes fecales en el área marina de la costa ecuatoriana en las Provincias de Esmeraldas y Manabí, 2008-2013. *Acta Oceanográfica Del Pacífico*, 18, 59–64.

Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X., & Zambrano, J. (2019). Impactos de la contaminación sobre los manglares de Ecuador. *Manglares de América*, November, 375–419.

Plúas-Chiquito, A. L., Pozo-Cajas, M., Lajones-Tpia, C., Carreño-Rosario, H., & Arévalo-Castro, O. (2020). *Vista de Determinación de Coliformes Totales y Escherichia Coli en el Estuario Chullupe del Cantón Santa Elena Provincia de Santa Elena.*

<https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/400/435>

Ponce-Palafox, J. T., Pavia, Á. A., Mendoza López, D. G., Arredondo-Figueroa, J. L., Lango-Reynoso, F., Castañeda-Chávez, M. del R., Esparza-Leal, H., Ruiz-Luna, A., Páez-Ozuna, F., Castillo-Vargasmachuca, S. G., & Peraza-Gómez, V. (2019). Response surface analysis of temperature-salinity interaction effects on water quality, growth and survival of shrimp *Penaeus vannamei* postlarvae raised in biofloc intensive nursery production. *Aquaculture*,

- 503(October 2018), 312–321.
<https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.01.020>
- Prefectura del Guayas. (2021). *Demografía - Prefectura del Guayas*.
<https://guayas.gob.ec/demografia/>
- Randazzo, W., Truchado, P., Cuevas-Ferrando, E., Simón, P., Allende, A., & Sánchez, G. (2020). SARS-CoV-2 RNA in wastewater anticipated COVID-19 occurrence in a low prevalence area. *Water Research*, 181.
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115942>
- Rimoldi, S. G., Stefani, F., Gigantiello, A., Polesello, S., Comandatore, F., Mileto, D., Maresca, M., Longobardi, C., Mancon, A., Romeri, F., Pagani, C., Cappelli, F., Roscioli, C., Moja, L., Gismondo, M. R., & Salerno, F. (2020). Presence and infectivity of SARS-CoV-2 virus in wastewaters and rivers. *Science of the Total Environment*, 744, 140911.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140911>
- Ríos, S., Agudelo, R., & Gutiérrez, L. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 35(2), 236–247. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
- Rivera Castro, C. A., Letelier Pino, J. A., Acevedo Pizarro, B., Tobar Correa, T. D. P., Torres Lepe, C. L., Cataldo Figueroa, A. M., Rudolph Geisse, A., & Rivera Castro, M. Á. (2019). Calidad Del Agua Del Estero El Sauce, Valparaíso, Chile Central. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(2), 261–273. <https://doi.org/10.20937/rica.53465>
- Rodríguez, C., & Silva, M. (2015). Calidad del agua en la microcuenca alta de la quebrada Estero en San Ramón de Alajuela, Costa Rica. *Revista Pensamiento Actual (San José)*, 15(25), 85–97.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/22597/24020>
- Romero, S., García, J., Valdez, B., & Vega, M. (2010). Water quality for recreational activities of the hardy river in the Mexican-U.S. border region. *Informacion Tecnologica*, 21(5), 69–78.
<https://doi.org/10.1612/inf.tecnol.4357it.09>

- Samanta, I., & Bandyopadhyay, S. (2020). *Escherichia coli*. In *Antimicrobial Resistance in Agriculture* (pp. 171–193). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815770-1.00015-8>
- Sánchez-Alfonso, A. C., Venegas, C., Díez, H., Méndez, J., Blanch, A. R., Jofre, J., & Campos, C. (2020). Microbial indicators and molecular markers used to differentiate the source of faecal pollution in the Bogotá River (Colombia). *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 225(December 2019), 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113450>
- Sánchez Moreno, H., Bolívar-Anillo, H. J., Soto-Varela, Z. E., Aranguren, Y., González, C. P., Villate Daza, D. A., & Anfuso, G. (2019). Microbiological water quality and sources of contamination along the coast of the Department of Atlántico (Caribbean Sea of Colombia). Preliminary results. *Marine Pollution Bulletin*, 142(March), 303–308.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.03.054>
- Sangodkar, N., Gonsalves, M. J., Shanbhag, Y., Rayadurga, A. S., & Nazareth, D. (2020). Prevalence of indicator and potential pathogenic bacterial groups in the Chapora bay-estuarine system, Goa, central west coast of India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(6), 1–15.
<https://doi.org/10.1007/s10661-020-08368-1>
- Santiago-Rodriguez, T. M., Tremblay, R. L., Toledo-Hernandez, C., Gonzalez-Nieves, J. E., Ryu, H., Santo Domingo, J. W., & Toranzosa, G. A. (2012). Microbial quality of tropical inland waters and effects of rainfall events. *Applied and Environmental Microbiology*, 78(15), 5160–5169.
<https://doi.org/10.1128/AEM.07773-11>
- Schets, F. M., van den Berg, H. H. J. L., Schalk, J. A. C., & de Roda Husman, A. M. (2015). Water analysis | Microbiological. In P. Worsfold, P. Colin, A. Townshend, & M. Miró (Eds.), *Encyclopedia of Analytical Science* (Issue July, pp. 277–285). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409547-2.11673-7>
- Şener, Ş., Şener, E., & Varol, S. (2020). Hydro-chemical and microbiological pollution assessment of irrigation water in Kızılırmak Delta (Turkey). *Environmental Pollution*, 266. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115214>

- Shanks, O. C., & Korajkic, A. (2019). Microbial source tracking: Characterization of human fecal pollution in environmental waters with HF183 quantitative real-time PCR. In *Microbial Forensics* (pp. 71–87). Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815379-6.00006-4>
- Singh, M., Pandey, S., Kumar, A., & Pandey, K. D. (2021). Microbial biofilms for the remediation of contaminated water. In *Microbe Mediated Remediation of Environmental Contaminants* (pp. 255–269). Elsevier.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821199-1.00021-3>
- Singh, N., & Anand, S. (2020). Analytical Methods | Microbiological. In J. W. Fuquay (Ed.), *Reference Module in Food Science* (Issue February, pp. 215–220). <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100596-5.23005-9>
- Sivakumar, M., Jones, B. G., & Yang, S.-Q. (2020). Chapter 3 - Water quality considerations: from catchment to coastal reservoir. In *Sustainable Water Resource Development Using Coastal Reservoirs*. Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818002-0.00003-4>
- Šolić, M., & Krstulović, N. (1992). Separate and combined effects of solar radiation, temperature, salinity, and pH on the survival of faecal coliforms in seawater. *Marine Pollution Bulletin*, 24(8), 411–416.
[https://doi.org/10.1016/0025-326X\(92\)90503-X](https://doi.org/10.1016/0025-326X(92)90503-X)
- Song, Z., Xu, Y., Bao, L., Zhang, L., Yu, P., Qu, Y., Zhu, H., Zhao, W., Han, Y., & Qin, C. (2019). From SARS to MERS, thrusting coronaviruses into the spotlight. *Viruses*, 11(1). <https://doi.org/10.3390/v11010059>
- Speight, J. G. (2020). Sources of water pollution. In *Natural Water Remediation* (pp. 165–198). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803810-9.00005-x>
- Tran, H. N., Le, G. T., Nguyen, D. T., Juang, R.-S., Rinklebe, J., Bhatnagar, A., Lima, E. C., Iqbal, H. M. N., Sarmah, A. K., & Chao, H.-P. (2020). SARS-CoV-2 coronavirus in water and wastewater: A critical review about presence and concern. *Environmental Research*, 1–35.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110265>
- Trejo, R., Maridueña, A., & Estrella, T. (2015). Microbiología del agua y variabilidad estacional en la reserva ecológica manglares Cayapas- Mataje,

- 2001- 2003. *Revista Científica de Ciencias Del Mar y Limnología*, 9(1).
<https://doi.org/10.31876/rcm.v9i1.12>
- Valenzuela, E., Godoy, R., Almonacid, L., & Barrientos, M. (2012). Microbiological quality of water in livestock area of southern Chile and its possible implications on human health. *Revista Chilena de Infectología*, 29(6), 628–634. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182012000700007>
- Wang, J., & Deng, Z. (2019). Modeling and predicting fecal coliform bacteria levels in oyster harvest waters along Louisiana Gulf coast. *Ecological Indicators*, 101(August 2018), 212–220. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.01.013>
- WHO. (2001). Water Quality: Guidelines, Standards and Health. *Water Quality: Guidelines, Standards and Health*, 290–318.
- WHO. (2020a). *Coronavirus*. https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_3
- WHO. (2020b). *Status of environmental surveillance for SARS-CoV-2 virus*. <https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/status-of-environmental-surveillance-for-sars-cov-2-virus>
- WHO. (2020c, November 14). *Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard | WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard*. <https://covid19.who.int/>
- WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). (2017). The United Nations World Water Development Report 2017. In *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource* (Vol. 53, Issue 9).
- Xiao, F., Tang, M., Zheng, X., Liu, Y., Li, X., & Shan, H. (2020). Evidence for Gastrointestinal Infection of SARS-CoV-2. *Gastroenterology*, 158(6), 1831–1833. <https://doi.org/10.1053/j.gastro.2020.02.055>
- Zhang, T., Cui, X., Zhao, X., Wang, J., Zheng, J., Zheng, G., Guo, W., Cai, C., He, S., & Xu, Y. (2020). Detectable SARS-CoV-2 viral RNA in feces of three children during recovery period of COVID-19 pneumonia. *Journal of Medical Virology*, 92(7), 909–914. <https://doi.org/10.1002/jmv.25795>

ANEXOS

Anexo 1. Registro fotográfico



Figura 11. Sitio de muestreo P1.



Figura 12. Sitio de muestreo P2.



Figura 13. Sitio de muestreo P3.



Figura 14. Sitio de muestreo P4.



Figura 15. Toma de muestras en P1.



Figura 16. Toma de muestras en P2.



Figura 17. Toma de muestras en P3.



Figura 18. Toma de muestras en P4.



Figura 19. Toma de muestras en P5.



Figura 20. Obtención de coordenadas.



Figura 21. Medición de pH.



Figura 22. Medición de salinidad



Figura 23. Medición de oxígeno disuelto.



Figura 24. Medición de TDS y CE.

Anexo 2. Pruebas estadísticas

ANOVA de un solo factor: pH vs. Zona

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

<u>Factor</u>	<u>Niveles/Valores</u>
Zona	4 P1; P2; P3; P4

Análisis de Varianza

<u>Fuente</u>	<u>GL</u>	<u>SC Ajust.</u>	<u>MC Ajust.</u>	<u>Valor F</u>	<u>Valor p</u>
Zona	3	0,21162	0,070542	30,23	0,000
Error	8	0,01867	0,002333		
Total	11	0,23029			

Resumen del modelo

<u>S</u>	<u>R-cuad. (ajustado)</u>	<u>R-cuad. (pred)</u>
0,0483046	91,89%	88,85%

Medias

<u>Zona</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Desv.Est.</u>	<u>IC de 95%</u>
P1	3	8,1000	0,0361	(8,0357; 8,1643)
P2	3	8,0233	0,0321	(7,9590; 8,0876)
P3	3	8,1600	0,0656	(8,0957; 8,2243)
P4	3	8,3800	0,0520	(8,3157; 8,4443)

Desv.Est. agrupada = 0,0483046

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

<u>Zona</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Agrupación</u>
P4	3	8,3800	A
P3	3	8,1600	B
P1	3	8,1000	B C
P2	3	8,0233	C

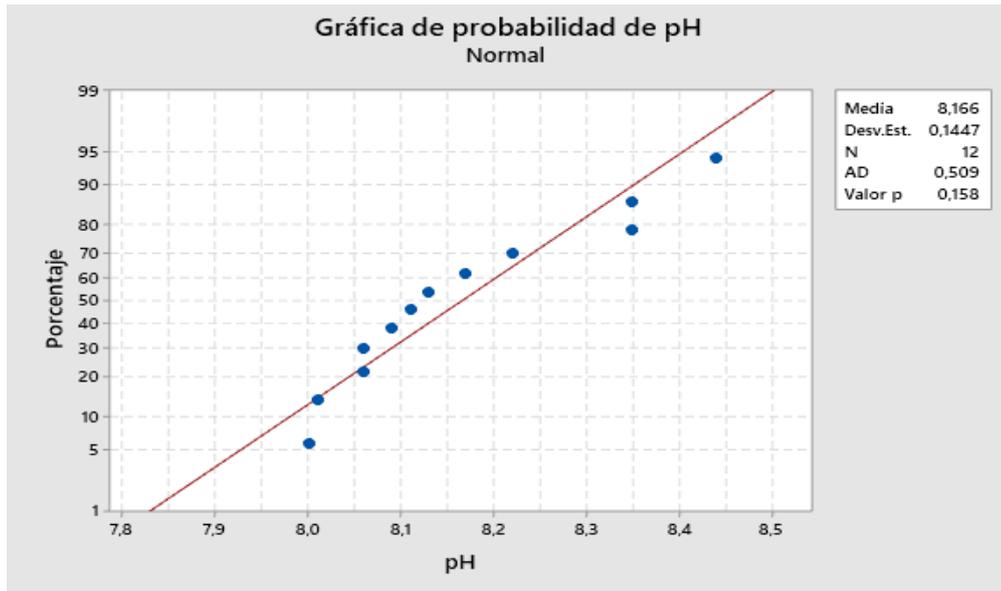


Figura 25. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para los datos de pH.

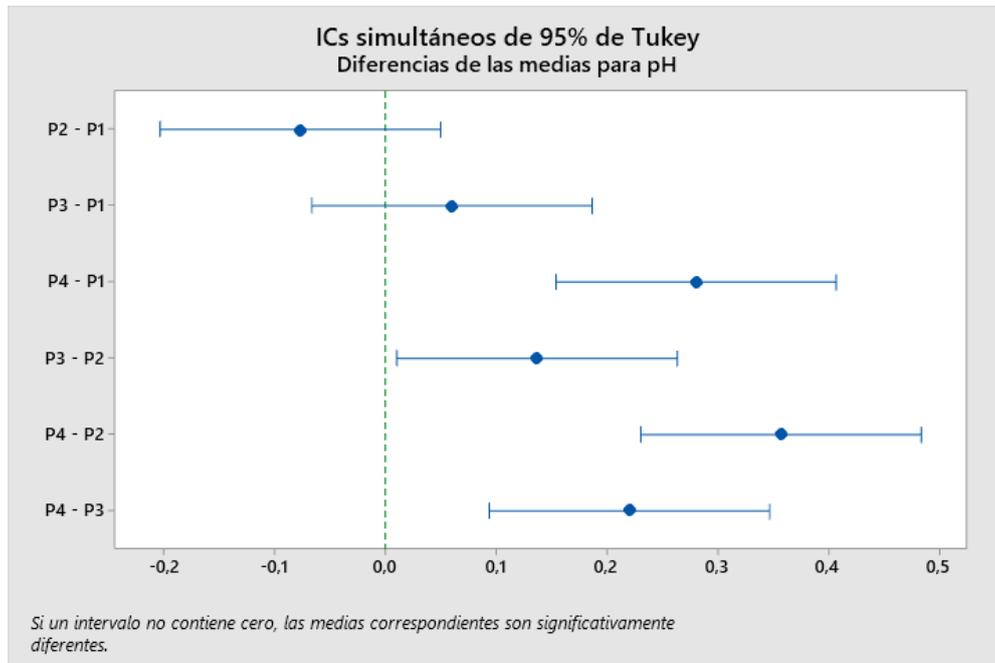


Figura 26. Intervalos de confianza con niveles de confianza individuales de 95 % de pH.

ANOVA de un solo factor: Temperatura agua (°C) vs. Zona

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales
Nivel de significancia	$\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

<u>Factor</u>	<u>Niveles</u>	<u>Valores</u>
Zona	4	P1; P2; P3; P4

Análisis de Varianza

<u>Fuente</u>	<u>GL</u>	<u>SC Ajust.</u>	<u>MC Ajust.</u>	<u>Valor F</u>	<u>Valor p</u>
Zona	3	3,989	1,3297	5,87	0,020
Error	8	1,813	0,2267		
Total	11	5,802			

Resumen del modelo

<u>S</u>	<u>R-cuad.</u>	<u>R-cuad. (ajustado)</u>	<u>R-cuad. (pred)</u>
0,476095	68,75%	57,03%	29,69%

Medias

<u>Zona</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Desv.Est.</u>	<u>IC de 95%</u>
P1	3	33,50	0,00	(32,87; 34,13)
P2	3	32,400	0,436	(31,766; 33,034)
P3	3	32,067	0,808	(31,433; 32,701)
P4	3	32,133	0,252	(31,499; 32,767)

Desv.Est. agrupada = 0,476095

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

<u>Zona</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Agrupación</u>
P1	3	33,50	A
P2	3	32,400	A B
P4	3	32,133	B
P3	3	32,067	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

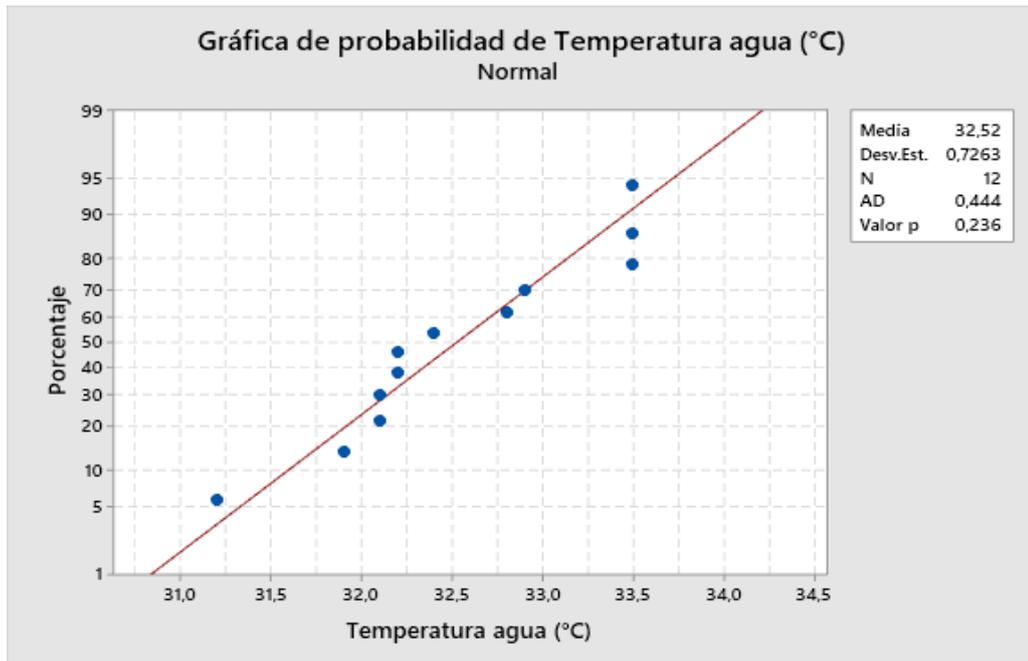


Figura 27. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para los datos de temperatura en agua.

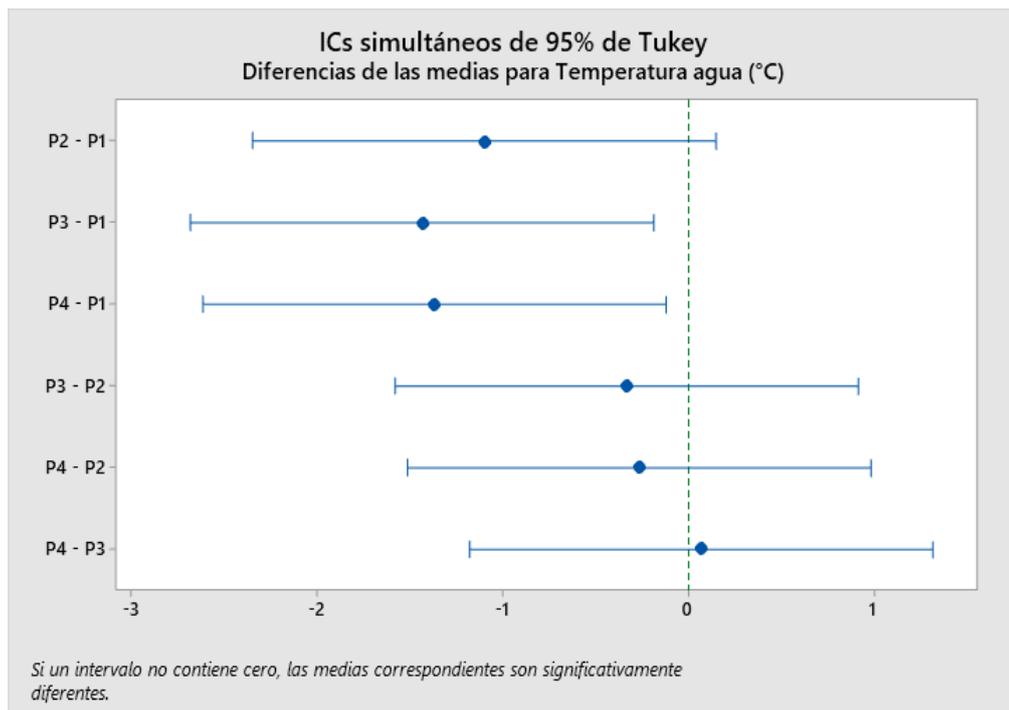


Figura 28. Intervalos de confianza con niveles de confianza individuales de 95 % de temperatura en agua.

ANOVA de un solo factor: OD (mg/L) vs. Zona

Método

Hipótesis nula Todas las medias son iguales
 Hipótesis alterna No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

<u>Factor</u>	<u>NivelesValores</u>
Zona	4 P1; P2; P3; P4

Análisis de Varianza

<u>Fuente</u>	<u>GL</u>	<u>SC Ajust.</u>	<u>MC Ajust.</u>	<u>Valor F</u>	<u>Valor p</u>
Zona	3	80,6292	26,8764	264,36	0,000
Error	8	0,8133	0,1017		
Total	11	81,4425			

Resumen del modelo

<u>S</u>	<u>R- cuad. (ajustado)</u>	<u>R- cuad. (pred)</u>
0,318852	99,00%	98,63% 97,75%

Medias

<u>Zona</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Desv.Est.</u>	<u>IC de 95%</u>
P1	3	1,567	0,351	(1,142; 1,991)
P2	3	5,633	0,208	(5,209; 6,058)
P3	3	6,700	0,458	(6,275; 7,125)
P4	3	0,600	0,173	(0,175; 1,025)

Desv.Est. agrupada = 0,318852

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

<u>Zona</u>	<u>N</u>	<u>Medi:</u>	<u>Agrupación</u>
P3	3	6,700	A
P2	3	5,633	B
P1	3	1,567	C
P4	3	0,600	D

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

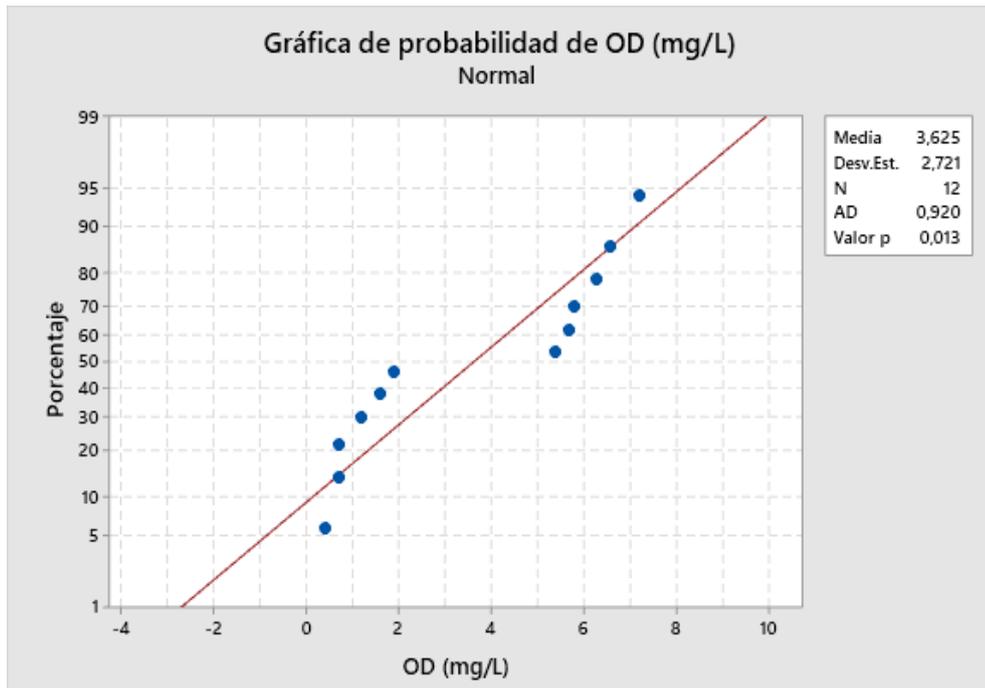


Figura 29. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para los datos de OD.

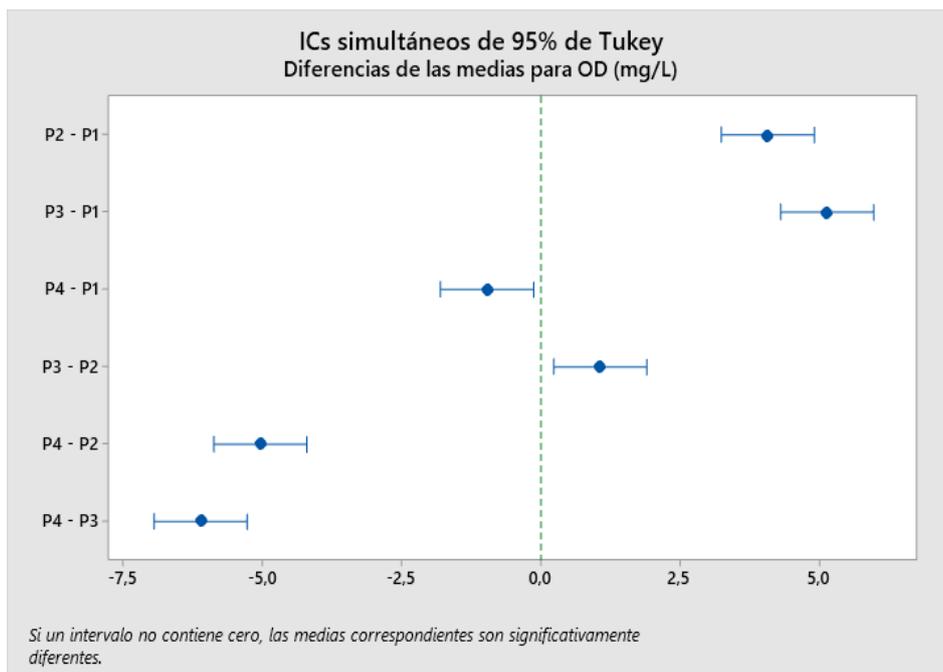


Figura 30. Intervalos de confianza con niveles de confianza individuales de 95 % de OD.

ANOVA de un solo factor: TSD (mg/L) vs. Zona

Método

Hipótesis nula	Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna	No todas las medias son iguales

Nivel de significancia $\alpha = 0,05$

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

<u>Factor</u>	<u>Niveles</u>	<u>Valores</u>
Zona	4	P1; P2; P3; P4

Análisis de Varianza

<u>Fuente</u>	<u>GL</u>	<u>SC Ajust.</u>	<u>MC Ajust.</u>	<u>Valor F</u>	<u>Valor p</u>
Zona	3	70251854	23417285	665,11	0,000
Error	8	281667	35208		
Total	11	70533521			

Resumen del modelo

<u>S</u>	<u>R-cuad.</u>	<u>R-cuad. (ajustado)</u>	<u>R-cuad. (pred)</u>
187,639	99,60%	99,45%	99,10%

Medias

<u>Zona</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Desv.Est.</u>	<u>IC de 95%</u>
P1	3	6028	375	(5779; 6278)
P2	3	6245	0	(5995; 6495)
P3	3	1249	0	(999; 1499)
P4	3	1352	0	(1102; 1602)

Desv.Est. agrupada = 187,639

Comparaciones en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

<u>Zona</u>	<u>N</u>	<u>Media</u>	<u>Agrupación</u>
P2	3	6245	A
P1	3	6028	A
P4	3	1352	B
P3	3	1249	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Prueba de Kruskal-Wallis: TSD (mg/L) vs. Zona

Estadísticas descriptivas

Zona	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
P1	3	6245	4,0	-1,39
P2	3	6245	5,5	-0,55
P3	3	6245	5,5	-0,55
P4	3	6763	11,0	2,50
General	12		6,5	

Prueba

Hipótesis nula H_0 : Todas las medianas son iguales

Hipótesis alterna H_1 : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	3	6,58	0,087
Ajustado para empates	3	9,50	0,023

La aproximación de chi-cuadrada podría no ser exacta cuando algunos tamaños de muestra sean menores que 5

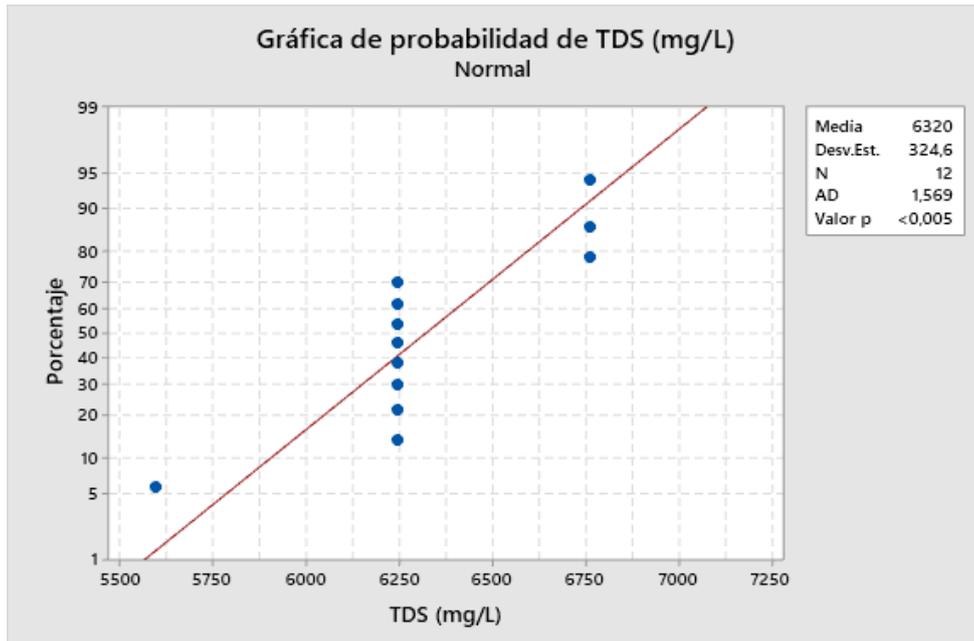


Figura 31. Prueba de normalidad de Anderson-Darling para los datos de TDS.

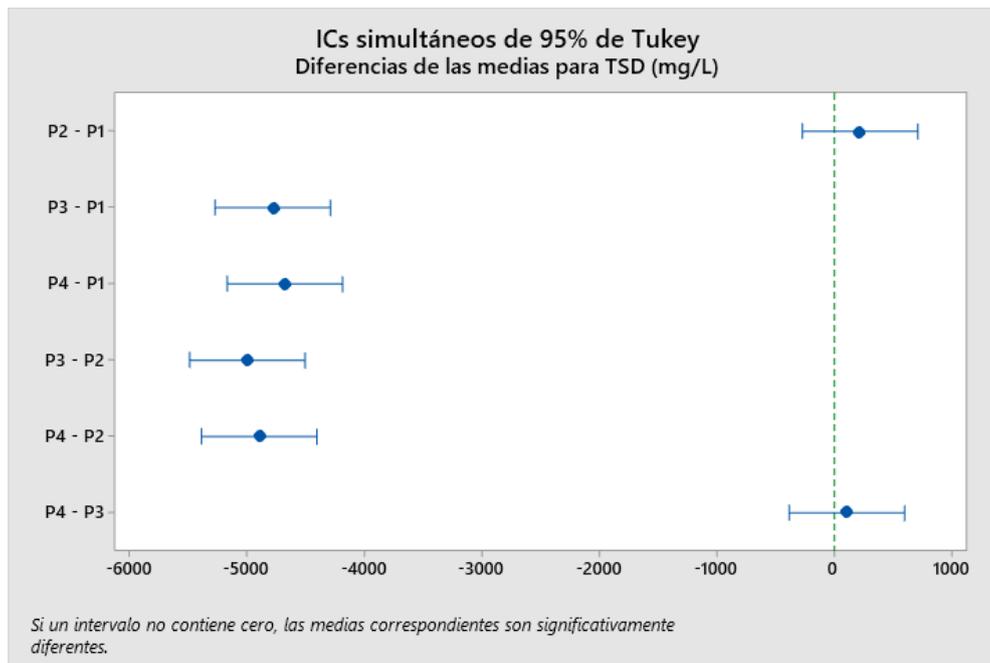


Figura 32. Intervalos de confianza con niveles de confianza individuales de 95 % de TSD.

Prueba de Kruskal-Wallis: Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) vs. Zona

Estadísticas descriptivas

Zona	N	Mediana	Clasificación de medias	Valor Z
P1	3	1249	4,0	-1,39
P2	3	1249	5,5	-0,55
P3	3	1249	5,5	-0,55
P4	3	1352	11,0	2,50
General	12		6,5	

Prueba

Hipótesis nula H_0 : Todas las medianas son iguales

Hipótesis alterna H_1 : Al menos una mediana es diferente

Método	GL	Valor H	Valor p
No ajustado para empates	3	6,58	0,087
Ajustado para empates	3	9,50	0,023

La aproximación de chi-cuadrada podría no ser exacta cuando algunos tamaños de muestra sean menores que 5.

Anexo 3. Resultados de análisis en laboratorio

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN,
COMERCIO EXTERIOR, INVERSIONES Y PESCA



LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS SUBSECRETARÍA DE CALIDAD E INOCUIDAD

CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO

ORIGINAL

Pág 1/1

CÓDIGO ÚNICO No.	62723-629-M21	Reporte No.	44542
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANXA SUÁREZ ABDO	
alannissuarez@notm el.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1	
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA		
FACTURA	CODIGO/LOTE	M-1 (P1)	FECHA DE RECEPCION
			15/01/2021
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACION DE ANALISIS
			19/01/2021
ORDEN DE TRABAJO	170698	CLASIFICACION	N/A
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C) 19-29	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70
			FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS
			22/01/2021

RESULTADO DE ANÁLISIS			
PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	93NMPY100	ml
*Escherichia coli	MLM_29 Standard Methods Ed. 23, 2017	93NMPY100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcado con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Q.F. BULLY STACIO S.

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE



Letamendi 102 y la Ría * Teléfax: (593-4) 2401 773 - 2401 776 - 2401 779 * Fax(593-4) 2402 304
P.O. Box: 09-01-15131 * E-mail: sci@acuacuulturaypesca.gob.ec * Guayaquil - Ecuador

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

CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO

ORIGINAL

Pag 1/1

CÓDIGO ÚNICO No.	62723-830-M21		Reporte No.	44543	
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANDA SUÁREZ ABDO			
alanndanda@hotm .il.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1			
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA				
FACTURA	CODIGOLOTE	M-2 (P1)	FECHA DE RECEPCION	11/01/2021	
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACION DE ANALISIS	19/01/2021	
ORDEN DE TRABAJO	170598	CLASIFICACION	N/A	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	22/01/2021
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C) 19-25	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%)-49-70		

RESULTADO DE ANÁLISIS			
PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	480 NMP/100	ml
*Escherichia coli	MLM_29 Standard Methods Ed. 23, 2017	36 NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Q.F. SULLY STACIO S.



RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE

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

CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO

ORIGINAL

Pág 5/1

CÓDIGO ÚNICO No.	62723-831-M21		Reporte No.	44544	
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANKA SUÁREZ ARDO			
alerissuarez@hotm .el.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1			
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA				
FACTURA	CODIGO/LOTE	M-3 (P1)	FECHA DE RECEPCION	15/01/2021	
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACION DE ANALISIS	19/01/2021	
ORDEN DE TRABAJO	170598	CLASIFICACION	N/A	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	22/01/2021
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C) 19-26	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70		

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	23NMP/100	ml
*Escherichia coli	MLM_29 Standard Methods Ed. 23, 2017	23NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcado con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.



O.F. SULLY STACIO S.

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE



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

CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO

ORIGINAL

Pag 1/1

CÓDIGO ÚNICO No.	62723-832-M21		Reporte No.	44545	
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANXA SUÁREZ ABDO			
alanxisuarez@fotm al.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1			
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA				
FACTURA	CODIGOLOTE	M-4 (P2)	FECHA DE RECEPCION	11/01/2021	
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACION DE ANALISIS	19/01/2021	
ORDEN DE TRABAJO	170598	CLASIFICACION	N/A	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	22/01/2021
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C) 19-25	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70		

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	23NMP/100	ml
*Escherichia coli	MLM_29 Standard Methods Ed. 23, 2017	23NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcado con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Q.F. SULLY STACIO S.

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE



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

**CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO**

ORIGINAL

Pag 1/1

CÓDIGO ÚNICO No. 82723-833-M21		Reporte No. 44546	
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANDA SUAREZ ABDO	
alanrsuarez@holm el.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1	
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA		
FACTURA	CODIGO/LOTE	M-5 (P2)	FECHA DE RECEPCION 11/01/2021
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACION DE ANALISIS 19/01/2021
ORDEN DE TRABAJO	170598	CLASIFICACION	N/A FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS 22/01/2021
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C) 19-26	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70

RESULTADO DE ANÁLISIS			
PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	3.6NMP/100	ml
*Escherichia coli	MLM_29 Standard Methods Ed. 23, 2017	3.6NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

O.F. SULLY STACIO S.

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE



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

CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO

ORIGINAL

Pág 1/1

CÓDIGO ÚNICO No.	62723-834-M21			Reporte No.	44547
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANXA SUÁREZ ABDO			
alanxisuarez@hotm al.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - M2 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - M2 3000 VILLA 1			
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA				
FACTURA	CODIGOLOTE	M-6 (P2)	FECHA DE RECEPCIÓN	11/01/2021	
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS	18/01/2021	
ORDEN DE TRABAJO	170598	CLASIFICACIÓN	N/A	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	22/01/2021
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C) 19-20	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70		

RESULTADO DE ANÁLISIS			
PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Escherichia coli	MLM_29 Standard Methods Ed. 23, 2017	3.6NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcado con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Q.F. SULLY STACIO S.

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE



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

CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO

ORIGINAL

Pag 1/1

CÓDIGO ÚNICO No.	62723-859-M22		Reporte No.	44548	
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANIXA SUÁREZ ABDO			
alanissuarez@hotm .il.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1			
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA				
FACTURA	CODIGOLOTE	M-6 (P2)	FECHA DE RECEPCION	11/01/2021	
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACION DE ANALISIS	19/01/2021	
ORDEN DE TRABAJO	170509	CLASIFICACION	N/A	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	22/01/2021
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C) 19-25	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70		

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	3.6NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.



Q.F. SULLY STACIO S.

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE



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

CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO

ORIGINAL

Pag 01

CÓDIGO ÚNICO No.	62723-2880-M105	Reporte No.	45265
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANIA SUAREZ ABDO	
alannissuarez@form sl.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - M2 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - M2 3000 VILLA 1	
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA		
FACTURA	CÓDIGO/LOTE	P3M-7	FECHA DE RECEPCIÓN
			29/01/2021
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS
			08/02/2021
ORDEN DE TRABAJO	173801	CLASIFICACIÓN	N/A
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperature(°C) 19-26	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70
			FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS
			09/02/2021

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	93NMP/100	ml
*Escherichia coli	MLM_20 Standard Methods Ed. 23, 2017	7.3NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.



Q.F. SULLY STACIO S.

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TECNICO SUPLENTE



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

CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO

ORIGINAL

Pag 1/1

CÓDIGO ÚNICO No.	62723-2881-M105		Reporte No.	45266	
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANXA SUAREZ ABDO			
alannissuarez@hotm .ai.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1			
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA				
FACTURA	CODIGO/LOTE	P3M-8	FECHA DE RECEPCION	29/01/2021	
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACION DE ANALISIS	08/02/2021	
ORDEN DE TRABAJO	173801	CLASIFICACION	N/A	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	09/02/2021
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C)	19-25	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70	

RESULTADO DE ANÁLISIS			
PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	240NMP/100	ml
*Escherichia coli	MLM_29 Standard Methods Ed. 23, 2017	3NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcado con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.



Q.F. SULLY STACIO S.



RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE

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

CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO

ORIGINAL

Pag 1/1

CÓDIGO ÚNICO No.	62723-2882-M105	Reporte No.	45267
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANIXA SUÁREZ ABDO	
alanroscuarez@hotmail.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1	
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA		
FACTURA	CODIGOLOTE	P3M-9	FECHA DE RECEPCIÓN
			29/01/2021
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACIÓN DE ANÁLISIS
			08/02/2021
ORDEN DE TRABAJO	173801	CLASIFICACION	N/A
			FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS
			09/02/2021
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C) 19-26	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70

RESULTADO DE ANÁLISIS

PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	240NMP/100	ml
*Escherichia coli	MLM_29 Standard Methods Ed. 23, 2017	9.1NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Q.F. SULLY STACIO S.

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE



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

CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO

ORIGINAL

Pág 1/1

CÓDIGO ÚNICO No.	62723-2883-M105		Reporte No.	45268
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANIXA SUAREZ ABDO		
alanrisuarez@hotm ail.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1		
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA			
FACTURA	CODIGOLOTE	P4M-10	FECHA DE RECEPCION	29/01/2021
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACION DE ANALISIS	08/02/2021
ORDEN DE TRABAJO	173801	CLASIFICACION	N/A	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C) 19-26	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70	

RESULTADO DE ANÁLISIS			
PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	240NMP/100	ml
*Escherichia coli	MLM_29 Standard Methods Ed. 23, 2017	7.3NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Q.F. SULLY STACIO S.

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE



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

CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO

ORIGINAL

Pag 1/1

CÓDIGO ÚNICO No.		62723-2884-M105	Reporte No.		45269
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANXA SUAREZ ABDO			
alanrisuarez@hotm ail.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1			
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA				
FACTURA	CÓDIGO/LOTE	P4M-11	FECHA DE RECEPCION	29/01/2021	
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACION DE ANALISIS	08/02/2021	
ORDEN DE TRABAJO	173801	CLASIFICACION	N/A	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS	09/02/2021
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperature(°C) 19-25	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70		

RESULTADO DE ANÁLISIS			
PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	93NMP/100	ml
*Escherichia coli	MLM_29 Standard Methods Ed. 23, 2017	21NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCI. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcado con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.



Q.F. SULLY STACIO S.

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE



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

**CONTROL INTERNO
MULTIDISCIPLINARIO**

ORIGINAL

Pag 1/1

CÓDIGO ÚNICO No.	62723-2885-M105		Reporte No.	45270
EMPRESA	NOMBRE	ALANNIS DANIXA SUÁREZ ARDO		
alannissuarez@hotm ail.com	DIRECCIÓN	VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1, VICTORIA CLUB - MZ 3000 VILLA 1		
TIPO DE PRODUCTO	MUESTRA DE AGUA			
FACTURA	CODIGO/LOTE	P4/M-12	FECHA DE RECEPCION	29/01/2021
PESO DECLARADO	MARCA		FECHA FINALIZACION DE ANALISIS	09/02/2021
ORDEN DE TRABAJO	173801	CLASIFICACION	N/A	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS 09/02/2021
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura(°C) 19-26	HUMEDAD RELATIVA	Humedad Relativa: (%) 49-70	

RESULTADO DE ANÁLISIS			
PARAMETRO	METODO REFERENCIA	RESULTADO	UNIDAD
*Coliformes fecales	MLM_31 Standard Methods Ed. 23, 2017	93NMP/100	ml
*Escherichia coli	MLM_29 Standard Methods Ed. 23, 2017	7.3NMP/100	ml

Muestreo realizado por	EMPRESA
Observaciones	

NOTA: Este reporte solamente puede ser reproducido de forma integral y con la autorización por escrito del SCl. Está totalmente prohibida su reproducción de forma parcial. Los resultados emitidos en este reporte se refieren exclusivamente al material ensayado y no son relacionados directamente a productos no ensayados. Los registros de los análisis son archivados en el laboratorio por 5 años. Se analizó bajo las condiciones de temperatura de recepción de la muestra. Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Q.F. SULLY STACIO S.

RESPONSABLE DE CALIDAD Y
TÉCNICO SUPLENTE

