



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGIAS

CARRERA DE BIOLOGÍA

TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

Modalidad Artículo Académico

Tema

Contaminación Microbiológica en los Ríos Manta y Muerto de Manta, Ecuador: Evaluación de Riesgos para la Salud Pública.

Autor(es)

Jesús Ricardo Zamora Zambrano

Javier Andrés Valencia Cox

Tutor:

Blgo. Eduardo Xavier Pico Lozano, PhD.

Periodo 2024 - 2.

Declaración de autoría

Nosotros, Zamora Zambrano Jesús Ricardo y Valencia Cox Javier Andrés declaramos que hemos concluido con la realización del trabajo de titulación bajo la modalidad de Artículo Académico previo a la obtención del título de Biólogo, con el tema: "Contaminación Microbiológica en los Ríos Manta y Muerto de Manta, Ecuador: Evaluación de Riesgos para la Salud Pública".

Hemos revisado la versión final del manuscrito y aprobamos su presentación para su publicación. Garantizamos que este trabajo es original y no ha sido publicado previamente, además declaramos que no tenemos conflictos de intereses en relación con este trabajo.

Firmas:

Jesús Zamora Z.

Zamora zambrano Jesús Ricardo

CI: 1316852431

Javier Valencia.

Valencia Cox Javier Andrés

CI: 1316670254

Manta, Manabí, Ecuador

Jueves, 13 de febrero del 2025

 ELOY ALFARO DE MANABÍ	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la carrera de Biología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:


Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Javier Andrés Valencia Cox**, legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es "**Contaminación Microbiológica en los Ríos Manta y Muerto de Manta, Ecuador: Evaluación de Riesgos para la Salud Pública.**"

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 18 de diciembre de 2024

Lo certifico,



Blgo. Eduardo Xavier Pico Lozano, PhD.

Docente Tutor

Área: Procesamiento de Productos pesqueros

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías de la carrera de Biología de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

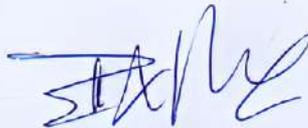
Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante **Jesús Ricardo Zamora Zambrano**, legalmente matriculado en la carrera de Biología, período académico 2024-2025, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto o núcleo problémico es "Contaminación Microbiológica en los Ríos Manta y Muerto de Manta, Ecuador: Evaluación de Riesgos para la Salud Pública."

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 18 de diciembre de 2024

Lo certifico,



Blgo. Eduardo Xavier Pico Lozano, PhD.

Docente Tutor

Área: Procesamiento de Productos pesqueros

Nota 1: Este documento debe ser realizado únicamente por el/la docente tutor/a y será receptado sin enmendaduras y con firma física original.

Nota 2: Este es un formato que se llenará por cada estudiante (de forma individual) y será otorgado cuando el informe de similitud sea favorable y además las fases de la Unidad de Integración Curricular estén aprobadas.



Uleam
UNIVERSIDAD LAICA
ELOY ALFARO DE MANABÍ

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA Y TECNOLOGIAS
CARRERA DE BIOLOGÍA**

Modalidad Artículo Académico

**Contaminación Microbiológica en los Ríos Manta y Muerto de Manta, Ecuador:
Evaluación de Riesgos para la Salud Pública.**

Autor(es):

Zamora Zambrano Jesús Ricardo & Valencia Cox Javier Andrés

Dra. Dolores Muñoz Verduga, Ph.D.

Presidente de Tribunal de Titulación

Blgo. Darío Del Valle Calderón, Mg.

Miembro de Tribunal de Titulación

Blgo. Luis Zambrano Santana, Mg

Miembro de Tribunal de Titulación

Manta, Manabí, Ecuador

Jueves, 13 de febrero del 2025

Contaminación Microbiológica en los Ríos Manta y Muerto de Manta, Ecuador: Evaluación de Riesgos para la Salud Pública.

Jesús Zamora ¹, Javier Valencia ¹, Xavier Pico-Lozano ¹

¹ Carrera de Biología, Facultad de Ciencias de la vida y Tecnologías,
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Correo institucional: e1316852431@live.uleam.edu.ec

RESUMEN

Este estudio evaluó la contaminación microbiológica en los ríos Manta y Muerto de Ecuador, analizando la presencia de *Escherichia coli*, coliformes totales, *Vibrio parahaemolyticus* y *Salmonella spp.* Se recolectaron muestras en 10 puntos estratégicos durante el mes de noviembre del 2024, incluyendo ambos ríos y el perfil costero donde desembocan. Los análisis revelaron altas concentraciones de coliformes totales (media $3,3 \times 10^4$ UFC/ml) y *E. coli* (media $3,1 \times 10^4$ UFC/ml), con niveles significativamente mayores en los ríos que en el perfil costero. Se detectó *Vibrio parahaemolyticus* (media $3,7 \times 10^2$ UFC/ml) en todos los puntos y *Salmonella spp.* en dos ubicaciones costeras. Los resultados confirman niveles peligrosos de contaminación microbiológica, probablemente debido a la descarga de aguas residuales sin tratar, representando un riesgo significativo para la salud pública de las poblaciones aledañas.

Palabras clave: río, coliforme, *Salmonella*, *Vibrio*.

Microbiological Contamination in the Manta and Muerto Rivers of Manta, Ecuador: Public Health Risk Assessment.

ABSTRACT

This study assessed microbiological contamination in the Manta and Muerto rivers of Ecuador, analyzing the presence of *Escherichia coli*, total coliforms, *Vibrio parahaemolyticus*, and *Salmonella spp.* Samples were collected from 10 strategic points during November 2024, including both rivers and the coastal area where they discharge. The analyses revealed high concentrations of total coliforms (mean $3,3 \times 10^4$ CFU/ml) and *E. coli* (mean $3,1 \times 10^4$ CFU/ml), with significantly higher levels in the rivers than in the coastal area. *Vibrio parahaemolyticus* (mean $3,7 \times 10^2$ CFU/ml) was detected at all points, and *Salmonella spp.* was found at two coastal locations. The results confirm dangerous levels of microbiological contamination, likely due to untreated wastewater discharge, posing a significant public health risk to nearby populations.

Keywords: river, coliform, *Salmonella*, *Vibrio*.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, Manta es considerada el primer puerto pesquero del país, por ello; muchas personas que la visitan la consideran el destino preferido de hombres y mujeres que buscan un mejor estilo de vida. Sin embargo, a pesar de las maravillas que ofrece esta ciudad, existen problemas de contaminación ambiental en los cauces de los ríos Manta y Muerto, la cual, han generado un malestar en los ciudadanos que viven en ubicaciones aledañas de dichos ríos (Gobierno de Manabí, 2019).

El río Manta nace en las montañas de la zona rural de la ciudad de Manta y realiza un recorrido de 12 kilómetros, siendo el río más grande de la ciudad, y el río Muerto nace en el cantón de Montecristi y tiene una longitud aproximada de 8 kilómetros en dirección este a oeste, ambos desembocan en el océano pacífico (El Diario, 2016). La gran contaminación que existe en estos dos ríos producto de la actividad humana afecta significativamente a las personas que viven alrededor de sus riberas, así como a la playa de Tarqui y a la de los Esteros, siendo este el problema ambiental más grande que tiene la ciudad de Manta (González et al., 2017).

Manta lleva luchando contra la contaminación de ríos y playas durante más de 50 años, las principales causas de esto son el manejo inadecuado de los sistemas de alcantarillado y aguas lluvia, así como la ineficiencia de las pozas de oxidación y las conexiones clandestinas de aguas residuales que se vierten directamente en los ríos (Alvarado & Pico, 2018).

Este problema no es un caso aislado debido a que en el mundo más del 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas según la ONU (2018). La Organización Mundial de la Salud (OMS) (2023), afirma que el agua contaminada contribuye a la transmisión de enfermedades como el cólera y otras enfermedades diarreicas como la disentería, etc.

Por lo anteriormente expuesto se determinó analizar 3 tipos de bacterias como son los coliformes en específico la *Escherichia coli* la cual es un coliforme que se encuentra en el intestino de los animales de sangre caliente, lo que lo convierte en un excelente indicador de contaminación fecal (Nissui Pharmaceutical Co.,Ltd., 2021). La *Salmonella spp.* la cual es un género de bacterias gramnegativas que se compone de solo dos especies (Nissui Pharmaceutical Co.,Ltd., 2021). Y el *Vibrio parahaemolyticus* que se encuentra comúnmente en el agua de mar y los alimentos que están contaminados con este pueden tener consecuencia negativa para la salud, comenzando con diarrea y en ocasiones la muerte (Nissui Pharmaceutical Co.,Ltd., 2021).

Debido a esto es importante realizar una evaluación y determinar si existe un riesgo para salud humana, es por eso por lo que esta investigación se basa en evaluar los niveles de contaminación microbiológica en los ríos Manta y Muerto y su impacto en la salud pública de las poblaciones aledañas, utilizando para ello las pruebas de *Escherichia coli*, *Vibrio parahaemolyticus* y *Salmonella spp.* en las aguas de los ríos Manta y Muerto, así como en el perfil costero en el que desembocan.

2. MATERIALES Y METODOS

En este estudio se analizó 10 puntos de muestreo (Tabla 1), 5 puntos en el río Manta, 3 en el perfil costero y 2 en el río muerto, durante noviembre del 2024.

Número de punto	Coordenadas
1	0°57'45.3"S 80°44'15.3"W
2	0°57'34.7"S 80°43'42.1"W
3	0°57'22.8"S 80°43'26.9"W
4	0°57'13.6"S 80°43'05.1"W
5	0°56'53.3"S 80°42'54.6"W
6	0°56'57.0"S 80°42'38.2"W
7	0°56'58.2"S 80°42'22.1"W
8	0°56'52.8"S 80°41'56.0"W
9	0°56'50.9"S 80°41'47.6"W
10	0°56'55.1"S 80°41'49.8"W

(Tabla 1). Teniendo como puntos claves después de la poza de oxidación, la desembocadura de ambos ríos y el perfil costero.

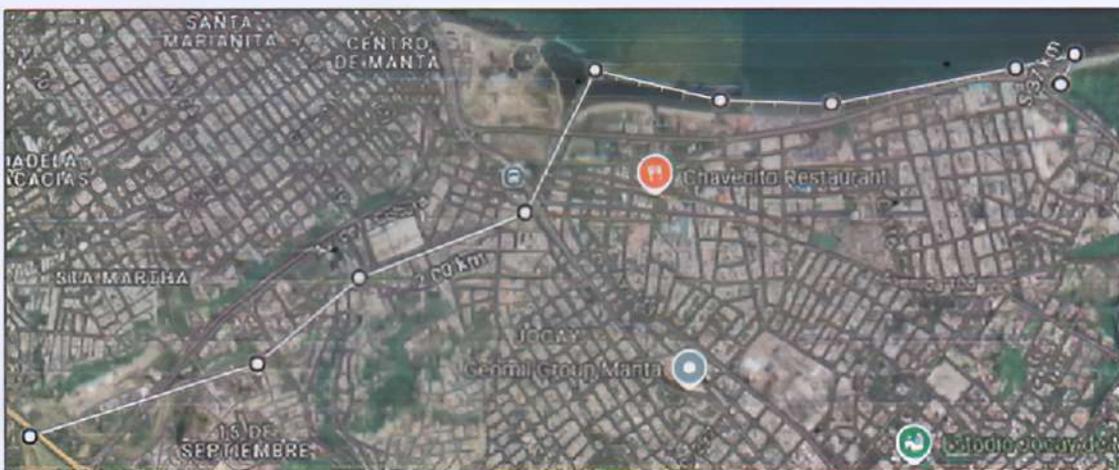


Figura 1. Puntos de toma de muestra.

Una vez identificados los 10 puntos (Fig. 1) se tomaron 100 ml de agua de cada uno con frascos de polipropileno (anexo 2), con tapa rosca y herméticamente cerrados, y se diluyó 1 ml de muestra en un buffer de 10 ml el cual es un tubo de polipropileno con tapa rosca lleno de caldo de enriquecimiento o solución neutralizante (Nissui Pharmaceutical Co.,Ltd., 2021).

En todos los puntos se realizó un análisis por triplicado usando las placas "Compact Dry" (anexo 2), las cuales son un medio de cultivo deshidratado originario de Japón, que se utiliza para la determinación y recuento de bacterias sin requerir preparación previa (Nissui Pharmaceutical Co.,Ltd., 2021). En total se usaron 100 placas, 30 placas de *Salmonella spp.*, 30 de *Vibrio parahaemolyticus* y 40 placas de *Escherichia coli*/ coliformes, utilizando 10 de estas como control de análisis.

Una vez diluida la muestra se procedió a sembrar 1 ml de muestra utilizando unas pipetas de 1 ml, por cada punto se sembró 3 placas de cada tipo de bacteria (anexo 3), para la esterilización del área de trabajo se usaron 2 quemadores de alcohol, una vez realizada la siembra se guardaron en la incubadora del laboratorio de biología a una temperatura de 35 °C por 24 horas.

Al finalizar el tiempo de incubación, se realizó el conteo de colonias con ayuda de un contador de colonias digital que nos permitió usar el laboratorio CESECCA (anexo 4), usando la guía de las placas Compact Dry la cual especifica que *E. coli* forma colonias azules / azules purpura, los coliformes son color rojo / rosa e incluyen las colonias de *E. coli.*, para *Vibrio parahaemolyticus* colonias azules o azules verdosas y para *Salmonella spp.*, si la placa presenta colonias negras o verdes con un halo amarillo alrededor de las colonias es positiva, en cambio, si la placa no presenta ningún cambio de color o presenta colonias rojizas es negativo (Nissui Pharmaceutical Co.,Ltd., 2021).

Para el conteo de las colonias de *E. coli* / coliformes y *Vibrio parahaemolyticus* con la ayuda del encargado de esa área se dividió cada placa en 3 cuadrantes, se contó cada colonia por cuadrante y se sacó un promedio, después el valor del promedio se lo multiplico por el área de la placa (20 cm) y el resultado es el número de colonias por placa, esto se lo expreso en unidades formadoras de colonias (UFC) sobre mililitros (ml). Para *Salmonella spp.* se las clasifico como presente o ausente.

Para los análisis estadísticos se usó el programa estadístico JASP (Jeffreys's Amazing Statistics Program) y el programa SigmaPlot, se realizó estadística descriptiva, prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, prueba de Kruskal-Wallis, Dunn's test y gráficos.

3. RESULTADOS

Todos los puntos de toma de muestra presentaron *E. coli* / coliformes y *Vibrio parahaemolyticus*, la estadística descriptiva mostro que la media de coliformes encontrados fue de $3,3 \times 10^4$ UFC/ml, $3,1 \times 10^4$ UFC/ml de *E. coli* y del *Vibrio parahaemolyticus* $3,7 \times 10^2$ UFC/ml (tabla 2). Mientras que la *Samonella spp.* solo hubo presencia en dos puntos del perfil costero ($0^{\circ}56'57.0''S$ $80^{\circ}42'38.2''W$) y ($0^{\circ}56'58.2''S$ $80^{\circ}42'22.1''W$) (figura 2). Además, la cantidad máxima de coliformes encontrado fue de 70×10^3 UFC/ml, la de *E. coli* fue de $6,8 \times 10^4$ UFC/ml y *Vibrio parahaemolyticus* con $8,9 \times 10^2$ UFC/ml (tabla 2).

Descriptive Statistics			
	Coliformes	E. coli	V. parahaemolyticus
Valid	30	30	30
Missing	0	0	0
Mean	33999.333	31232.333	375.367
Std. Deviation	22025.487	21610.092	188.044
Shapiro-Wilk	0.904	0.906	0.914
P-value of Shapiro-Wilk	0.010	0.012	0.019
Minimum	480.000	120.000	120.000
Maximum	70000.000	68000.000	890.000

Tabla 2. Estadística descriptiva de las muestras (datos cuantitativos).

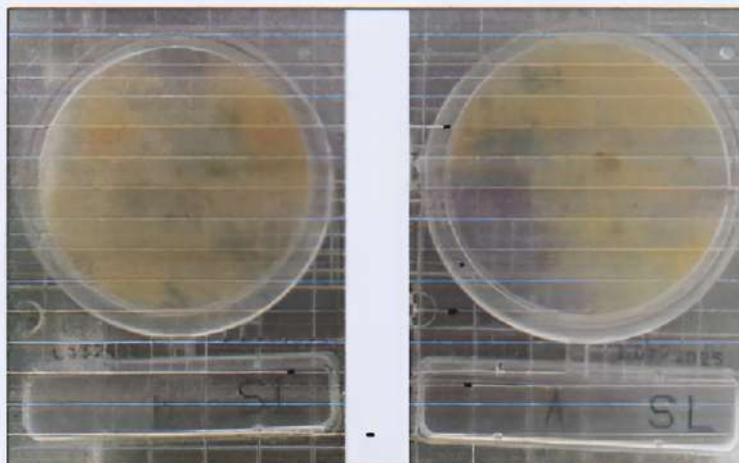


Figura 2. Placas de *Salmonella spp.* positivas con colonias negras o verdes con un halo amarillo alrededor de las colonias.

Los datos mostraron que la cantidad máxima de coliformes totales fue de $7,0 \times 10^4$ UFC/ml encontrados en el río Manta y Muerto, mientras que la cantidad máxima de *Vibrio p.* fue de $3,4 \times 10^2$ UFC/ml encontrado en el río manta y la cantidad máxima de *E. coli* fue de $6,8 \times 10^4$ UFC/ml encontrado en el río manta, y la cantidad mínima de estas tres bacterias fueron encontradas en el perfil costero (tabla 3).

Descriptive Statistics									
	Coliformes (uf/cm)			V. parahaemolyticus (uf/cm)			E. coli (uf/cm)		
	Manta	Muerto	Perfil costero	Manta	Muerto	Perfil costero	Manta	Muerto	Perfil costero
Valid	15	6	9	15	6	9	15	6	9
Missing	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mean	40733.333	50666.667	11664.444	417.400	310.000	348.589	37600.000	47333.333	9718.609
Std. Deviation	16148.714	17307.316	16076.553	100.612	76.488	315.137	16060.774	17093.600	14072.617
Minimum	22000.000	33000.000	489.000	340.000	220.000	120.000	16000.000	20000.000	120.000
Maximum	70000.000	70000.000	36000.000	610.000	450.000	800.000	58000.000	65000.000	32000.000

Tabla 3. Estadística descriptiva de las muestras por punto de muestra.

Se realizó un análisis de normalidad (Shapiro-Wilk) en los datos y se obtuvo un $p < 0,050$, por lo que se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, esta prueba dio como resultado $p=0,002$ en coliformes totales, determinado que hay diferencias significativas en la cantidad de coliformes encontradas.

Así mismo se realizó un análisis post hoc de comparaciones de Dunn's y se evidencio que la cantidad de coliformes no es significativamente diferente entre las muestras del río Manta y Muerto $p > 0,05$. Siendo también diferentes a las muestras del perfil costero (tabla 4), por lo que la cantidad de coliformes encontradas en ambos ríos es superior a la que se encontró en el perfil costero en el que desembocan (gráfico 1).

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks					
Data source: Datos					
Group	N	Missing	Median	25%	75%
Coliformes Ma.	15	0	34000,000	32000,000	46000,000
Coliformes Pc.	9	0	1400,000	600,000	31500,000
Coliformes Mu.	6	0	49500,000	34500,000	67750,000
H = 12,623 with 2 degrees of freedom. (P = 0,002)					
All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Dunn's Method):					
Comparison	Diff of Ranks	Q	P<0,05		
Coliformes Mu vs Coliformes Pc	15,194	3,275	Yes		
Coliformes Mu vs Coliformes Ma	4,717	1,109	No		
Coliformes Ma vs Coliformes Pc	10,478	2,823	Yes		

Tabla 4. Prueba de Kruskal-Wallis y Dunn's test de coliformes totales en el río Manta, Muerto y perfil costero (Yes = existe diferencia, No = no existe diferencia).

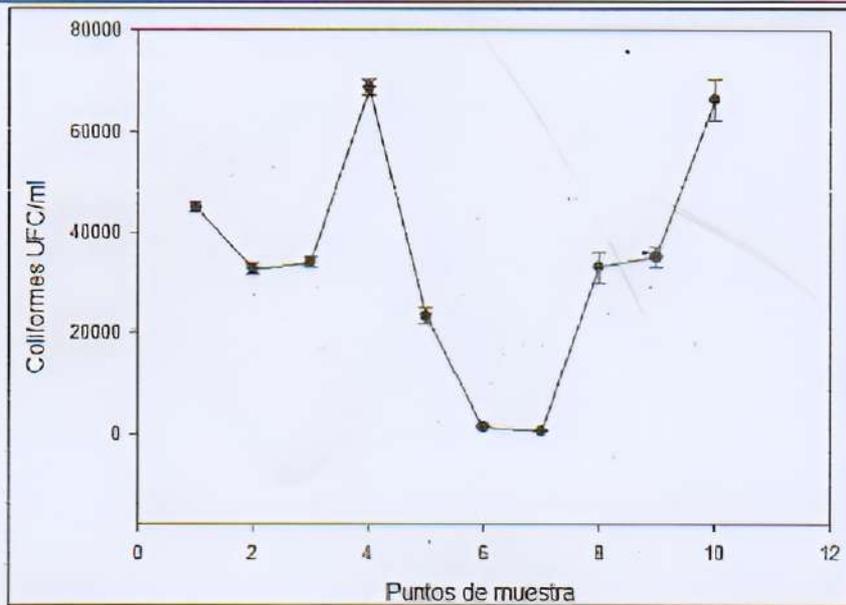


Gráfico 1. Puntos del río Manta del 1 al 5, puntos del perfil costero del 6 al 8 y puntos del río Muerto 10 y 11.

La prueba de Prueba de Kruskal-Wallis realizada al *Vibrio parahaemolyticus* dio como resultado un $p=0,055$ por lo que mostro que no existe diferencias significativas en ninguna de las muestras (tabla 5, gráfico 2).

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks					
Data source: Datos					
Group	N	Missing	Median	25%	75%
V. parahaemolyticus Ma.	15	0	370,000	350,000	430,000
V. parahaemolyticus Pc.	9	0	170,000	125,000	690,000
V. parahaemolyticus Mu.	6	0	300,000	250,000	360,000

H = 5,798 with 2 degrees of freedom. (P = 0,055)

Tabla 5. Prueba de Kruskal-Wallis de *Vibrio parahaemolyticus* en el río Manta, Muerto y perfil costero.

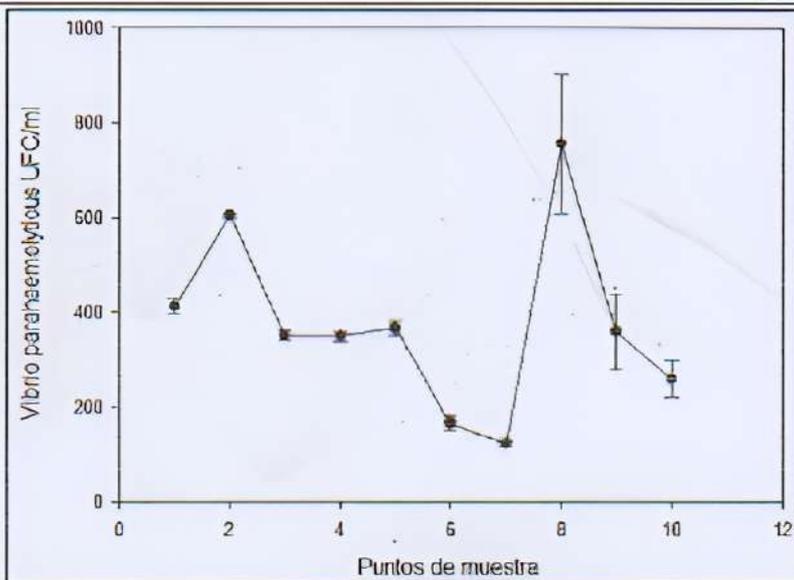


Gráfico 2. Puntos del río Manta del 1 al 5, puntos del perfil costero del 6 al 8 y puntos del río Muerto 10 y 11.

La prueba de Kruskal-Wallis para *E. coli* mostró diferencias significativas entre las muestras ($P = 0,001$). El análisis posterior mediante la prueba de Dunn reveló que los niveles de *E. coli* en los ríos Manta y Muerto son estadísticamente superiores a los encontrados en el perfil costero donde desembocan (tabla 6, gráfico 3).

Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks					
Data source: Datos					
Group	N	Missing	Median	25%	75%
E. coli Ma.	15	0	32000,000	30000,000	43000,000
E. coli Pc.	9	0	600,000	185,000	26500,000
E. coli Mu.	6	0	47000,000	30500,000	65000,000

H = 13,280 with 2 degrees of freedom. (P = 0,001)

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Dunn's Method):

Comparison	Diff of Ranks	Q	P<0,05
E. coli Mu. vs E. coli Pc.	14,611	3,149	Yes
E. coli Mu. vs E. coli Ma.	2,900	0,682	No
E. coli Ma. vs E. coli Pc.	11,711	3,155	Yes

Tabla 6. Prueba de Kruskal-Wallis y Dunn's test realizada a *E. coli* en el río Manta, Muerto y perfil costero (Yes = existe diferencia, No = no existe diferencia).

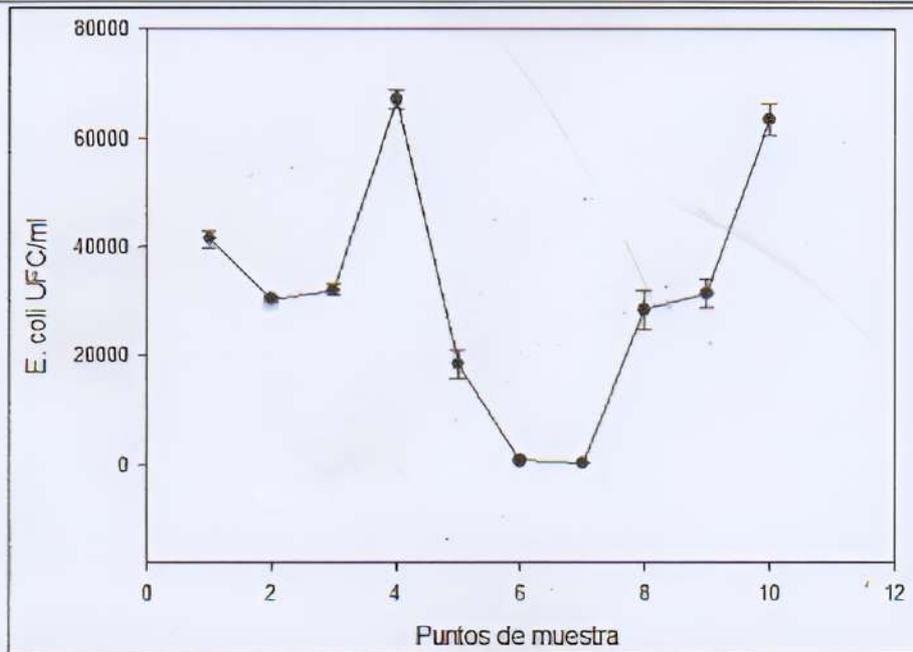


Gráfico 3. Puntos del río Manta, del 1 al 5, puntos del perfil costero del 6 al 8 y puntos del río Muerto 10 y 11.

Las 10 placas de control de *E. coli*/coliformes no presentaron crecimiento bacteriano, confirmando el correcto procedimiento de análisis y del ambiente de siembra, lo que descarta la posibilidad de contaminación cruzada entre muestras (figura 3).

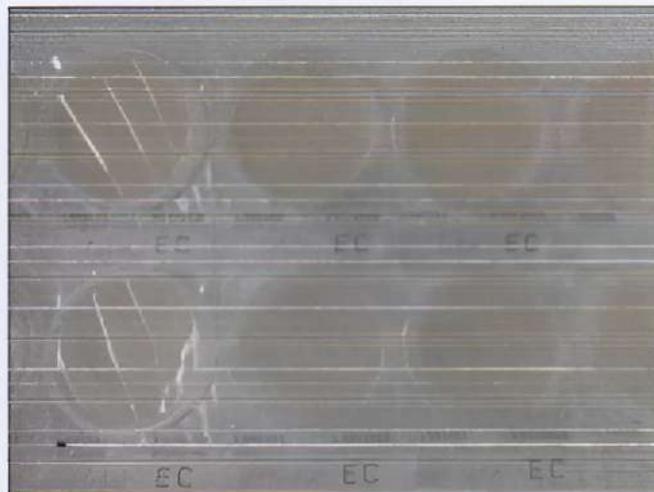


Figura 3. Placas de *E. coli*/coliforme sin presencia de crecimiento bacteriano.

4. DISCUSIÓN

Los resultados mostraron una media de $3,3 \times 10^4$ UFC/ml en coliformes totales y utilizando la tabla establecida por Petrifilm EC Plate Results Conversion (anexo 5) se estableció que la relación de los resultados obtenidos en UFC son >1280 NMP/100ml, lo cual supera los límites máximos permitidos que se especifican en el

libro VI anexo 1, tabla 2 del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA, 2003) donde se establece como límite permisible para aguas de consumo humano y uso doméstico en 3000 NMP/100 ml, y en la tabla 3 de este mismo libro establece un límite máximo permisible para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario en 200 NMP/100 ml de coliformes totales, por lo cual estos datos muestran como la contaminación en estos ríos es alta.

Así mismo Moreira-Cevallos (2020) obtuvo resultados en el río Muerto de 1100 NMP/100 ml dato similar al obtenido por González et al., (2017) en el río Manta de *E. coli*, ambos autores concluyen que las aguas de estos ríos no cumplen con las normas vigentes sobre la calidad del agua.

Palacios (2013) encontró 1200 NMP/100 ml en muestras tomadas en el perfil costero de Manta superando también los límites máximos establecidos, aunque estos datos difieren bastante de los obtenidos en este trabajo ya que el número encontrados es hasta 3 veces más alto por lo que podría evidenciar un aumento en los niveles de contaminación.

La presencia de *salmonella spp.* se dio en solo dos puntos de los 10 estudiados los cuales fueron en el perfil costero lo que tiene similitud con los datos obtenidos por González et al., (2017) donde se obtuvo ausencia de *salmonella spp.* en todos sus puntos de muestra en el río Manta. Se detectó *Vibrio parahaemolyticus* en los 10 puntos de muestreo, un hallazgo notable considerando que esta bacteria, típicamente marina, suele inactivarse en agua dulce (Achipia, 2017).

5. CONCLUSION

Los resultados demuestran niveles significativos de contaminación microbiológica en los ríos Manta y Muerto, con concentraciones elevadas de coliformes totales (media $3,3 \times 10^4$ UFC/ml) y *E. coli* (media $3,1 \times 10^4$ UFC/ml), superando los límites permisibles para aguas de uso doméstico y para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces marinas y de estuario. La presencia de *Vibrio parahaemolyticus* (media $3,7 \times 10^2$ UFC/ml) en todos los puntos de muestreo y *Salmonella spp.* en dos puntos del perfil costero indican un riesgo potencial para la salud pública.

La cantidad de bacterias encontradas fue significativamente mayor en los ríos que en el perfil costero, aunque el *Vibrio parahaemolyticus* mostró una distribución más uniforme. La detección de estos patógenos sugiere una contaminación persistente

por aguas residuales sin tratar, confirmando la hipótesis inicial sobre los niveles peligrosos de contaminación microbiológica en estos cuerpos de agua.

Estos hallazgos evidencian la urgente necesidad de implementar medidas de control y tratamiento de aguas residuales más efectivas en Manta, así como desarrollar programas de monitoreo continuo para proteger la salud de las poblaciones aledañas y preservar la calidad ambiental de estos ecosistemas acuáticos.

6. AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al laboratorio CESECCA por permitirnos usar su contador de colonias y al encargado de este por su asesoramiento al realizar el conteo, así mismo agradecemos a nuestro tutor el Blgo. Eduardo Xavier Pico Lozano, PhD por su guía y continuo asesoramiento para la realización del presente artículo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACHIPIA. (2017). *Vibrio parahaemolyticus*: achipia. <https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Ficha-Peligro-08-Vibrio-parah-v01.pdf>
- Alvarado, V. M., & Pico, J. J. (2018). DETERMINAR NIVELES DE CONTAMINACIÓN POR METALES PESADOS CADMIO Y MERCURIO DESDE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES HASTA EL CAUCE DEL RÍO MANTA, MANTA 2018. *UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ*. Obtenido de <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/3089>
- EL Diario. (2016, marzo 20). *Manta... 3 ríos y un problema*. El Diario Ecuador. <https://www.eldiario.ec/noticias-manabi-ecuador/386207-manta-3-ros-y-un-problema/>
- Gladioli, B. (2023, diciembre 3). MPN To PEC Conversion Table Dec03. Scribd. <https://es.scribd.com/doc/285370224/MPN-to-PEC-Conversion-Table-Dec03>
- Gobierno de Manabí. (2019). *Manta – La puerta del Pacífico*. Obtenido de Manabí: <https://www.manabi.gob.ec/sitio2020/cantones/manta>
- González, J., González, C., & Chavarría, J. (2017). ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL AGUA DEL RÍO MANTA DEL CANTÓN MANTA DE ACUERDO A LA LEY PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL DEL ECUADOR (LPCCA). *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*.
- Moreira-Cevallos, J. E. (2020). Contaminación ambiental de los ríos Bravo y Muerto, y su incidencia en la salud de los habitantes de la parroquia Los Esteros,

- cantón Manta. *Polo del Conocimiento*, 5, 556–578.
<https://doi.org/10.23857/pc.v5i2.1298>
- Nissui Pharmaceutical Co.,Ltd. (2021). *CompactDry™ Manual de Usuario Final*. Tokio: NISSUI PHARMACEUTICAL CO., LTD.
- Organización Mundial de la Salud. (13 de septiembre de 2023). *Agua para consumo humano*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Palacios, C. (2013). *DISTRIBUCIÓN DE COLIFORMES FECALES EN EL ÁREA MARINA DE LA COSTA ECUATORIANA EN LAS PROVINCIAS DE ESMERALDAS Y MANABÍ, 2008-2013*. Inocar. https://www.inocar.mil.ec/web/phocadownloadpap/actas_oceanograficas/acta_18/OCE1801_6.pdf
- San Francisco Bay Regional Water Quality Control Board. (2004). CHAPTER 4: IMPLEMENTATION PLANS (continued). Waterboards.ca.gov. Recuperado el 10 de diciembre de 2024, de https://www.waterboards.ca.gov/sanfranciscobay/water_issues/programs/plan_ningtmdls/basinplan/web/bp_ch4b.html
- TULSMA. (2023). *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA*. Fao.org. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu112180.pdf>
- United Nations. (2018). *Agua | Naciones Unidas*. <https://www.un.org/es/global-issues/water>
- Zambrano Mero, J. D., Delgado Párraga, A. G., Zambrano Mero, E. T., & Peñaherrera Villafuerte, S. L. (2022). Contaminantes biológicos presentes en fuentes de agua del centro-sur de la provincia de Manabí, Ecuador. *Siembra*, 9(2), e4011. <https://doi.org/10.29166/siembra.v9i2.4011>

8. ANEXOS

Anexo 1. Imágenes de puntos de toma de muestras



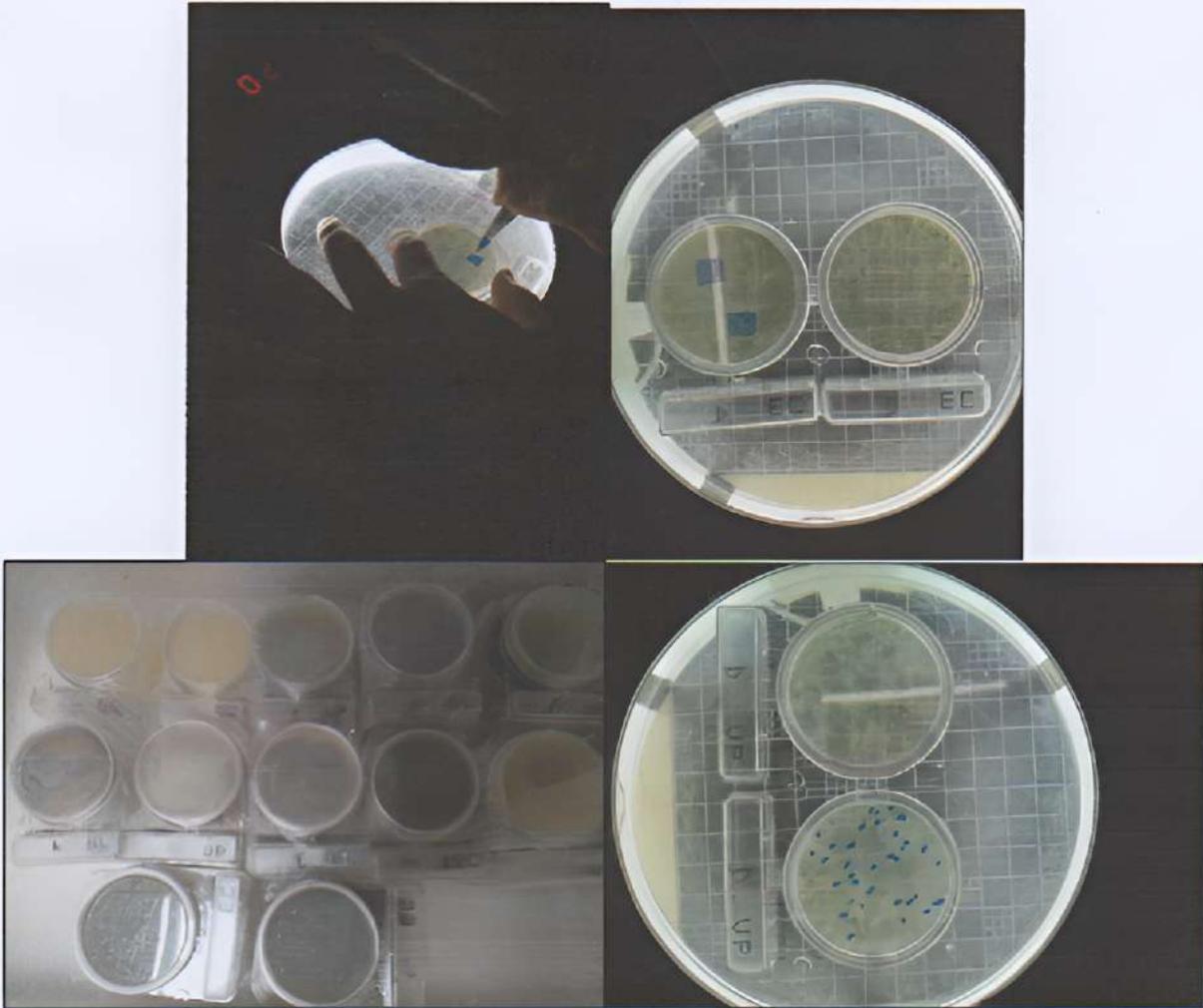
Anexo 2. Materiales usados.



Anexo 3. Proceso de siembra e incubación.



Anexo 4. Conteo de colonias.



Anexo 5. Tabla para relacionar UFC con NMP.

Table 1. MPN to Petrifilm EC Plate Results Conversion Table

MPN Sequence			MPN Index (starting at 1:10 dilution)	Petrifilm EC Count Plate result
0	0	0	<3.0	<6.0
0	0	1	3.01	6
0	1	0	3.05	6
0	1	1	6.11	12
0	2	0	6.19	12
0	3	0	9.44	18
1	0	0	3.57	7
1	0	1	7.23	14
1	0	2	11	20
1	1	0	7.36	14
1	1	1	11.2	21
1	2	0	11.4	21
1	2	1	15.4	27
1	3	0	15.7	28
2	0	0	9.18	17
2	0	1	14.3	26
2	0	2	19.9	35
2	1	0	14.7	26
2	1	1	20.5	36
2	1	2	26.8	45
2	2	0	21.1	36
2	2	1	27.6	46
2	2	2	34.8	57
2	3	0	28.6	48
2	3	1	36	50
3	0	0	23.1	40
3	0	1	38.5	63
3	0	2	63.6	98
3	1	0	42.7	60
3	1	1	74.9	114
3	1	2	115	168
3	1	3	159	225
3	2	0	93.3	139
3	2	1	149	212
3	2	2	215	295
3	2	3	292	388
3	3	0	240	325
3	3	1	462	586
3	3	2	1100	1280
3	3	3	>1180	>1280