



## *Toxicidad del agua en el estuario del río Burro en la ciudad de Manta*

## *Toxicity of the water in the estuary of the Burro River in the city of Manta*

## *Toxicidade da água do estuário do rio Burro na cidade de Manta*

Dennis Michelle Delgado-Zambrano <sup>I</sup>

[ddelgado9612@utm.edu.ec](mailto:ddelgado9612@utm.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-2005-2962>

Diana Paola Zambrano-García <sup>II</sup>

[dzambrano3091@utm.edu.ec](mailto:dzambrano3091@utm.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-5526-4941>

Jorge Gabriel Palacios-Revelo <sup>IV</sup>

[jpalaciosrevelo@gmail.com](mailto:jpalaciosrevelo@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-8509-8486>

Ramón Eudoro Cevallos-Cedeño <sup>VI</sup>

[ramon.cevallos@utm.edu.ec](mailto:ramon.cevallos@utm.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-8583-4674>

Ulbio Eduardo Alcívar-Cedeño <sup>III</sup>

[ulbio.alcivar@utm.edu.ec](mailto:ulbio.alcivar@utm.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-7941-6401>

María Celina Santos-Falcones <sup>V</sup>

[santoscelina97@yahoo.es](mailto:santoscelina97@yahoo.es)

<https://orcid.org/0000-0001-6047-8426>

Gabriel Alfonso Burgos-Briones <sup>VII</sup>

[gabriel.burgos@utm.edu.ec](mailto:gabriel.burgos@utm.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-1291-4083>

**Correspondencia:** [ddelgado9612@utm.edu.ec](mailto:ddelgado9612@utm.edu.ec)

Ciencias técnicas y aplicadas

Artículo de revisión

**\*Recibido:** 31 de octubre de 2020 **\*Aceptado:** 09 de noviembre de 2020 **\* Publicado:** 12 de noviembre de 2020

- I. Egresada de la Carrera de Ingeniería Química, Universidad Técnica De Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- II. Egresada de la Carrera de Ingeniería Química, Universidad Técnica De Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- III. Doctor en Ciencias Técnicas, Ingeniero Agroindustrial, Departamento de Procesos Químicos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.
- IV. Ingeniero Químico, Graduado de la Carrera de Ingeniería Química, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- V. Ingeniera Química, Máster en Agroindustria y Procesos Agroindustriales, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador.
- VI. Doctor en Ciencias Técnicas, Ingeniero Agroindustrial, Departamento de Procesos Químicos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.
- VII. Máster en Sistemas Integrados de Gestión, Ingeniero Químico, Departamento de Procesos Químicos, Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.



## Resumen

Los ensayos de toxicidad son una herramienta determinante para estudios de calidad ambiental, esta investigación tuvo como objetivo determinar la concentración letal media (CL50) del agua en el estuario del río Burro en la ciudad de Manta, utilizando como modelo biológico el crustáceo *Artemia salina*. Se analizaron parámetros físicos, químicos y biológicos de una muestra integrada del agua del estuario del río Burro. Los resultados fueron comparados con la norma TULSMA del libro VI anexo 1, donde se establecen los límites máximos de descargas de efluentes a un cuerpo de agua salada receptor, encontrándose que 13 de los 26 parámetros analizados están por encima de los límites permitidos. Para el ensayo de toxicidad en 10 ml de agua se sometieron 10 nauplios de *Artemia salina* a diferentes concentraciones (10, 20, 40, 60, 80, 100 ppm) del agua del estuario del río Burro y se establecieron tres replicas para cada concentración, se incluyó además un grupo control con dicromato de potasio a las mismas concentraciones establecidas en ensayos de ecotoxicidad; después de 24 horas se procedió a contar los individuos muertos en cada experimento. Posteriormente, se realizó un análisis estadístico Probit, comúnmente utilizado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y se determinó que el CL50 para este caso es de 34,29 mg/L, este resultado se atribuye principalmente a los compuestos presentes en el agua como cromo, cloruros, amoníaco, nitrito y sulfuros.

**Palabras claves:** Toxicidad; CL<sub>50</sub>; Río burro; *Artemia salina*.

## Abstract

Toxicity tests are a determining tool for environmental quality studies, this research aimed to determine the mean lethal concentration (LC50) of the water in the Burro river estuary in the city of Manta, using the crustacean *Artemia salina* as a biological model. Physical, chemical and biological parameters of an integrated sample of the water from the estuary of the Burro River were analyzed. The results were compared with the TULSMA standard of book VI annex 1, where the maximum limits of effluent discharges to a receiving salt water body are established, finding that 13 of the 26 parameters analyzed are above the permitted limits. For the toxicity test in 10 ml of water, 10 nauplii of *Artemia salina* were subjected to different concentrations (10, 20, 40, 60, 80, 100 ppm) of the water of the Burro river estuary and three replicates were established for each concentration, A control group with potassium dichromate at the same concentrations established in ecotoxicity tests was also included; after 24 hours, the

dead individuals were counted in each experiment. Subsequently, a statistical Probit analysis was performed, commonly used by the Environmental Protection Agency (EPA) and it was determined that the LC50 for this case is 34.29 mg / L, this result is mainly attributed to the compounds present in the water such as chromium, chlorides, ammonia, nitrite, and sulfides.

**Keywords:** Toxicity; LC<sub>50</sub>; Rio donkey; Artemia salina.

## Resumo

Os testes de toxicidade são uma ferramenta determinante para estudos de qualidade ambiental, esta pesquisa teve como objetivo determinar a concentração letal média (CL50) da água no estuário do rio Burro, na cidade de Manta, utilizando o crustáceo Artemia salina como modelo biológico. Foram analisados os parâmetros físicos, químicos e biológicos de uma amostra integrada da água do estuário do rio Burro. Os resultados foram comparados com a norma TULSMA do livro VI anexo 1, onde são estabelecidos os limites máximos de lançamento de efluentes em um corpo receptor de água salgada, constatando-se que 13 dos 26 parâmetros analisados estão acima dos limites permitidos. Para o teste de toxicidade em 10 ml de água, 10 nauplios de Artemia salina foram submetidos a diferentes concentrações (10, 20, 40, 60, 80, 100 ppm) da água do estuário do rio Burro e três repetições foram estabelecidas para cada concentração, Também foi incluído um grupo controle com dicromato de potássio nas mesmas concentrações estabelecidas nos testes de ecotoxicidade; após 24 horas, os indivíduos mortos foram contados em cada experiência. Posteriormente, foi realizada uma análise estatística Probit, comumente utilizada pela Agência de Proteção Ambiental (EPA) e foi determinado que o LC50 para este caso é de 34,29 mg / L, este resultado é atribuído principalmente aos compostos presentes na água tais como cromo, cloretos, amônia, nitrito e sulfetos.

**Palavras-chave:** Toxicidade; LC<sub>50</sub>; Burro do Rio; Artemia salina

## Introducción

El problema de contaminación ambiental está alcanzando niveles críticos, donde los ríos contaminados afectan poblaciones cercanas y destruyen a su paso recursos naturales de flora y fauna hasta llegar al océano (Bravo, Bello, & López, 2016). Según la National Oceanic and Atmospheric Administration, 1 400 millones de libras de basura terminan en el mar cada año (Gómez Duarte, 2018). Así, los océanos también sufren contaminación por metales pesados,

químicos, drogas, insecticidas, sustancias radioactivas y demás contaminantes hidrosolubles (Aguilar, 2019).

La rápida industrialización y el crecimiento poblacional experimentado en la ciudad de Manta ha promovido el aumento de la generación de residuos, que tienen como destino final los ecosistemas acuáticos. En Ecuador, se estima que aproximadamente se trata entre el 10 y 25 % de las aguas residuales descargadas en los cuerpos de agua (Sato, Qadir, Yamamoto, Endo, & Zahoor, 2013). En la ciudad de Manta, se producen aproximadamente 35 mil metros cúbicos de aguas residuales por día, entre aguas domésticas e industriales, las cuales son direccionadas a lagunas de oxidación y posteriormente vertidas al mar; estos datos no incluyen las descargas directas a los cuerpos de agua de algunas industrias y de sectores que no tienen el servicio de alcantarillado. Los ríos donde más agua residual se vierte son el Muerto y Burro, los cuales llevan estas descargas directamente al mar (Secretaría Técnica del Mar, 2014).

La presencia de agentes tóxicos en el estuario del río Burro en Manta representa un riesgo ecológico y para la salud humana. Por otro lado, ensayos de toxicidad en ambientes como los estuarios de ríos ayudan a: establecer límites de concentración para los contaminantes, evaluar efectos provocados por los contaminantes sobre los sistemas biológicos, comparar la sensibilidad de las especies a distintos tóxicos bajo distintas condiciones (Bello & López, 2001). Existen diversas formas de establecer el índice de toxicidad, los efectos bioquímicos, fisiológicos, reproductivos y de comportamiento son de gran utilidad, el indicador más utilizado es la muerte del organismo de prueba, la mayoría de pruebas permiten hacer una estimación de la concentración que produce la muerte del 50% de la población expuesta, la cual es conocida como concentración letal media (CL50) (Díaz, Bustos, & Espinosa, 2004).

Uno de los organismos usados en bioensayos de aguas saladas es la *Artemia salina* (González & Aportela, 2001) (Nunes, Carvalho, Guilhermino, & Stappen, 2006) el cual es un pequeño crustáceo de ambientes acuáticos de alta salinidad, característica que lo protege de sus depredadores, aunque se adapta con facilidad en medios de menor salinidad (Villamar, 2016); este organismo forma parte del zooplancton, lo que supone gran relevancia dentro de la cadena trófica, de tal manera que la reducción de su población afectará las especies en niveles superiores de la cadena trófica (Nunes, Carvalho, Guilhermino, & Stappen, 2006). Este invertebrado es un filtro alimentador no selectivo capaz de ingerir partículas de tamaño inferior a 50  $\mu\text{m}$ , esta característica los convierte en uno de los primeros candidatos a absorber muchos contaminantes (Lish, Johari, Sarkheil, & Yu, 2019).

En Ecuador la normativa ambiental se rige por medio del Ministerio de Ambiente (MAE), existiendo una legislación que establece los criterios de las concentraciones máximas para arrojar al medio ambiente, el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULSMA) libro VI anexo 1 corresponde a la calidad del agua se presentan valores del límites máximos de descarga de efluente a un cuerpo de agua salada receptor (TULSMA, 2015).

El objetivo de este trabajo es evaluar el índice de toxicidad aguda, determinando la concentración letal media (CL50) del agua del estuario del rio burro de la ciudad de Manta, utilizando como modelo biológico la Artemia Salina.

## **Metodología**

### **Muestreo**

El muestreo se realizó de manera manual y puntual en el estuario del rio Burro. Se tomaron 6 muestras por triplicado, iniciando en el centro del estuario con la denominada muestra uno, tomando muestras cada 25 metros hacia el mar. A una muestra integrada (por triplicado), se le realizó un análisis físico, químico y biológico entre los que destacan: pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto (DO), amoníaco, nitritos, nitratos, sulfatos fluoruro, cloruro, sulfuros, materia flotante, salinidad, sólidos totales disueltos (STD), sólidos totales suspendidos (STS), sólidos sedimentables (SS), cobre, cromo, hierro, fosfatos, sulfuro de hidrógeno, índice de biodegradabilidad, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), entre otros.

### **Ensayo de toxicidad**

En 1000 ml de solución salina se vertieron 0.5 g de quistes de Artemia salina, durante 24 horas, con iluminación y aireación permanente, a una temperatura entre 26 y 28 °C; esto con la ayuda de una lámpara LED y un aireador de pecera. La concentración de la solución salina fue de 25.43 g/ml acorde con la metodología de (Almeida, Garay, Quimis, & Rizzo, 2013). Los quistes para eclosión de Artemia salina fueron proporcionados por el laboratorio de ecotoxicología de la Universidad Técnica de Manabí.

Para el bioensayo de letalidad se sometió un número de 10 nauplios de Artemias Salinas en 10 ml de cada muestra de agua a diferentes concentraciones como se presenta en la tabla 1, se consideró que la concentración es inversamente proporcional a la distancia por efectos de

dilución. Se establecieron tres replicas por cada bioensayo incluyendo un control positivo con una solución de  $K_2Cr_2O_7$  (Dicromato de Potasio) y solución de agua salina reconstituida como un control negativo en este ensayo.

**Tabla 1:** Concentración y número de Artemias Salinas en cada muestra

Número de muestra	Distancia (m)	Concentración n ppm	Nº de Artemias Salinas
1	0	100	10
2	25	80	10
3	50	60	10
4	75	40	10
5	100	20	10
6	200	10	10

Fuente: Los autores

Después de 24 horas se procedió a contar los individuos muertos en el experimento, se clasificó a un individuo como muerto cuando este no presentaba ningún signo de movilidad durante 10 segundos.

### Análisis estadístico

Los resultados se evaluaron mediante el método PROBIT (Finney, 1962) siguiendo la metodología descrita por Sánchez, Forget, Feola, & Ronco (2004) y utilizando el programa Microsoft Excel 2016 con intervalos de confianza del 95%; seguido a esto se aplicó un análisis de varianza ANOVA en el software Statgraphics centuición XVI.I.

## Resultados y discusión

### Análisis fisicoquímicos de la muestra

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos del agua se presentan en la tabla 2

**Tabla 2:** Datos obtenidos de la muestra vs límites permisible

Parámetros	Muestra río burro	Normativa técnica ambiental obligatoria de descarga de efluente a un cuerpo de agua salada receptor según libro vi y Anexo 1: agua dulce
<b>FÍSICOS</b>		

Color (Unidades De Color)	Apreciable*	Inapreciable
Conductividad (µs/Cm)	3679	No fija limites
Materia Flotante.	Ausencia	Ausencia
Mineralización (mg/l)	2790,7	No fija limites
OD (mg/l)	3,6*	No menor a 6
pH	7,9	6 a 8,5
Salinidad ‰	0,8	No fija limites
Solidos Totales (mg/l)	2282*	1600
STD (mg/l)	1842	No fija limites
STS (mg/l)	440*	130
SS (mg/l)	1,4*	1,0
Temperatura (°C)	27,4	< 35
<b>QUÍMICOS</b>		
Amoniaco, NH <sub>3</sub> (mg/l)	89*	30,0
Cloruros, Cl (mg/l)	550	1000
Cobre, Cu (mg/l)	1,4*	1,0
Cromo Hexavalente, Cr (mg/l)	3,5*	0,5
Fluoruro, F <sup>-</sup> (mg/l)	2,0	5,0
Hierro, Fe (mg/l)	4,9	10,0
Nitratos, NO <sub>3</sub> (mg/l)	23	40
Nitritos, NO <sub>2</sub> (mg/l)	89*	40
Fosfatos, PO <sub>4</sub> (mg/l)	104*	10
Sulfatos, SO <sub>4</sub> (mg/l)	422	1000
Sulfuro de Hidrogeno, SH <sub>2</sub> (mg/l)	4,9*	0,5
<b>ORGÁNICOS - BIOLÓGICOS</b>		
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	1640*	100 mg/L
DQO (mg/l)	3500*	250 mg/L
Índice de Biodegradabilidad	5,47	No Fija Limites

\*Valores que no cumplen la norma de descarga

**Fuente:** Laboratorio de Química (UTM) & (TULSMA, 2015)

La tabla 2 se observa que algunos de los resultados están por encima de los límites permitidos en la normativa del libro VI TULSMA Anexo 1 para aguas descarga de efluente a un cuerpo de agua salada, entre ellos el Cromo hexavalente, Amoniaco, Cobre, Nitritos y Fosfatos, mientras que el oxígeno disuelto presentó un valor inferior al mínimo permitido por la misma norma, indicando que la calidad del agua del río está siendo afectada durante su transcurso hasta la desembocadura, lo que resulta finalmente la contaminación del agua del mar.

## Ensayo de toxicidad

Para la determinar la Concentración Letal Media (CL50) del agua del estuario del río Burro sobre la Artemia Salina, se utilizó un análisis Probit con los resultados del ensayo de toxicidad presentados en la tabla 3.

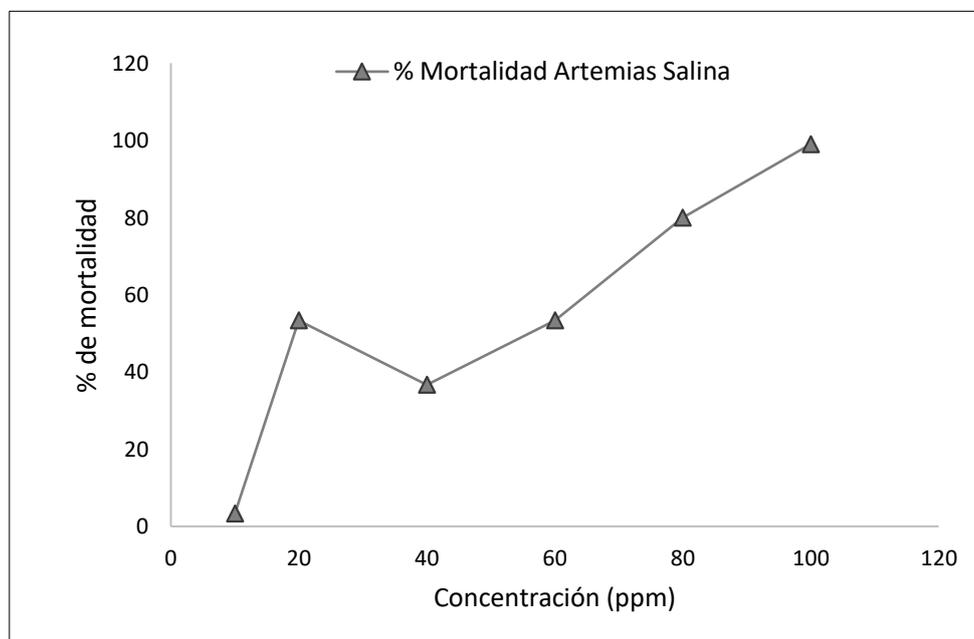
**Tabla 3:** Resultados del ensayo de toxicidad

Concentración ppm	Expuestos	Muertos	Mortalidad (%)
0 (control)	30	0	0
10	30	1	3,3
20	30	16	53,3
40	30	11	36,7
60	30	16	53,3
80	30	24	80,0
100	30	29	99,0

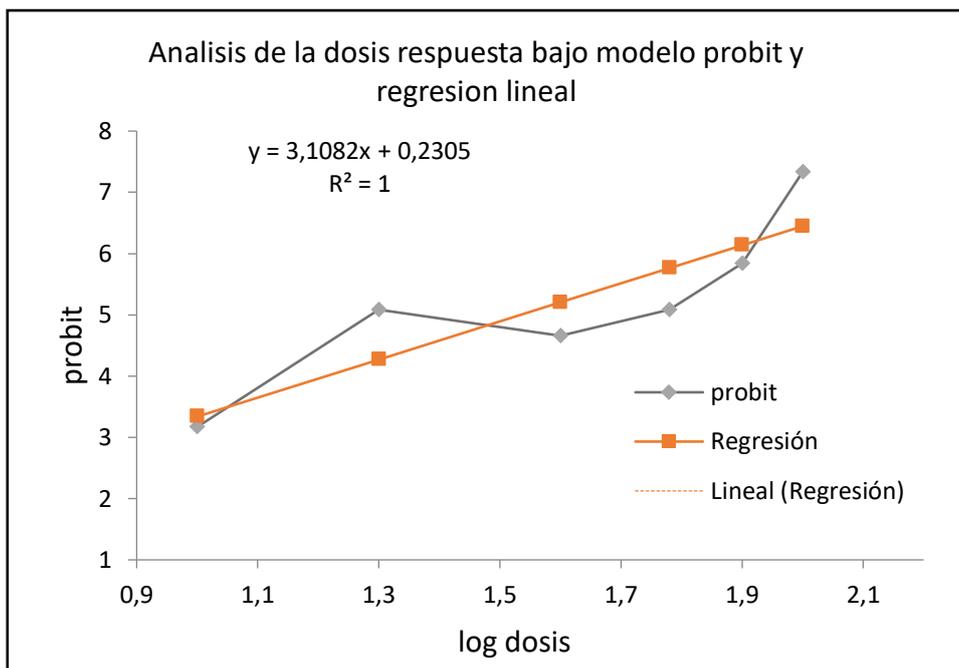
Fuente: Elaboración propia

En la Figura 1 se observa el porcentaje de mortalidad a las 24 horas de Artemia salina vs la concentración del compuesto, la linealidad entre muertes y concentración fue creciente, es decir a mayor concentración del tóxico mayores es el número de muertes observadas.

**Figura 1:** Porcentaje de mortalidad de Artemia salina contra concentración de dicromato de potasio.



**Figura 1:** Regresión lineal para el determinar el CL50.



En la figura 2 se presenta una regresión lineal que demuestra la correlación entre los valores del logaritmo de la concentración y el valor del número Probit, esto evidencia la homocedasticidad entre los datos comparados. Con los valores de la ecuación de la gráfica con la línea de regresión y empleando el método Probit se obtuvo un valor de CL50 de 34,29 mg/L.

**Tabla 4:** Análisis de varianza

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	7,05903	1	7,05903	263305,27	0,0000
Residuo	0,000107237	4	0,0000268093		
Total (Corr.)	7,05913	5			

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4 presenta el análisis ANOVA, este análisis confirma la relación lineal. La prueba de bondad de ajuste nos indica que en el Probit existe una relación entre las proporciones de muerte y concentración.

Esta investigación al evaluar parámetros físico-químicos y ecotoxicológicos en la desembocadura del río Burro complementa el trabajo de (Palacios & Santos, 2015), donde se obtiene un CL50 similar. Sin embargo, en dicho trabajo no revisó la relación que podría existir entre los parámetros ecotoxicológicos y los físicos-químicos, por encima de la norma en el análisis integral de la muestra.

De acuerdo al análisis de la muestra integral, en el lugar de estudio las muestras contienen niveles de cromo están muy por encima de la norma (tabla 1); según (Hadjispyrou et al., 2001) la mortalidad en Artemias debido a este elemento es mayor comparada con otros elementos como el cadmio; por lo que las concentraciones de cromo pueden ser una explicación a la baja dosis de CL50 obtenida. Otros elementos por encima de la norma del estuario del río Burro son el amoníaco y los nitritos; los cuales según (Chen et al., 1989) cuando estas sustancias actúan en conjunto aumentan su letalidad sobre el género Artemia; lo que también podría explicar la alta mortalidad de la Artemia salina en la desembocadura del río Burro.

Los fosfatos son otros compuestos que se encuentran por encima de la norma, los cuales pueden provenir de los detergentes usados en la ciudad. Sin embargo, existe muy poca literatura sobre los efectos del mismo en la especie Artemia salina o sobre el género Artemia en general. Aunque, se ha observado que estos compuestos permiten la eutrofización, lo que a su vez provoca la aparición de algas, teniendo como consecuencia una reducción en los niveles de oxígeno disuelto en el ecosistema. Es probable que los niveles de oxígeno, por debajo de la norma hayan contribuido al aumento de la mortalidad de las Artemias, esto según lo que afirma (Asadi Dokht Lish et al., 2019).

El ecosistema marino en el estuario del río Burro de la ciudad de Manta está seriamente afectado debido a los contaminantes presentes, estos afectan a las especies como la Artemia Salina y otras que forman parte del zooplancton, los cuales son utilizados como modelos biológicos para los ensayos de ecotoxicidad; teniendo en cuenta que este crustáceo representa a uno de los primeros eslabones de la cadena trófica marina, esto podría afectar a todas las especies del océano y finalmente a actividades tan importantes para la ciudad de Manta como la pesca. Las diferentes sustancias encontradas en las muestras (Tabla 2), indican que en el cauce del río existen descargas clandestinas de aguas, las cuales son productos de actividades industriales y domésticas.

## **Conclusión**

El agua del estuario del río Burro considerada en este estudio presenta valores de compuestos químicos por encima de la norma ecuatoriana. Se determinó por medio de un bioensayo de Artemia salina un CL50 de 34,29 mg/L para esta especie. El resultado sea probablemente debido a compuestos presentes en el agua como cromo, cloruros, amoníaco, nitrito y sulfuros. Se recomienda realizar monitoreos frecuentes a los diferentes efluentes que alimentan el río y

de esta manera identificar el origen los contaminantes para que estos puedan ser tratados. La utilización de modelos biológicos como la *Artemia salina*, en evaluaciones de este tipo, representa la respuesta a la toxicidad aguda por contaminantes en especies marinas, dándonos a comprender los efectos de la bio-acumulación y magnificación de los contaminantes que afectan a las especies marinas costeras.

## Referencias

1. Aguilar, A. (2019). El océano y sus recursos naturales bajo amenaza ambiental. *Bioagrociencias*, 12(1), 10-17.
2. Asadi Dokht Lish, R., Johari, S. A., Sarkheil, M., & Yu, I. J. (2019). On how environmental and experimental conditions affect the results of aquatic nanotoxicology on brine shrimp (*Artemia salina*): A case of silver nanoparticles toxicity. *Environmental Pollution*, 255. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113358>
3. Almeida, J., Garay, F., Quimis, J., & Rizzo, J. (2013). Determinación de Dicromato de Potasio como Patrón en Ensayos Ecotoxicológicos sobre *Artemia Salina*. Universidad Técnica de Manabí, Tesis.
4. Bello, J., & López, A. (2001). *Fundamentos de Ciencia Toxicológica*. Ediciones Díaz de Santos.
5. Bravo, C., Bello, I., & López, Y. (2016). Contaminación de agua cruda de río y potabilizada de consumo doméstico en Manta - Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 2(3), 171-186.
6. Chen, J. C., Chen, K. J., & Liao, J. M. (1989). Joint action of ammonia and nitrite on *Artemia nauplii*. *Aquaculture*, 77(4), 329–336. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(89\)90217-2](https://doi.org/10.1016/0044-8486(89)90217-2)
7. Díaz, M. C., Bustos, M., & Espinosa, A. (2004). Pruebas de toxicidad acuática: fundamentos y métodos. Univ. Nacional de Colombia.
8. Finney, J. (1962). *Probit Analysis* (2nd ed.). Cambridge University .
9. Gómez Duarte, O. (2018). Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública. *Revista de la Facultad de Medicina*, 66(1), 7-8.
10. González, Y., & Aportela, P. (2001). Determinación de la Toxicidad Aguda del Dicromato de Potasio en Larvas de *Artemia Salina*. *Centro de Toxicología y Biomedicina.*, 1, 104- 108.
11. Hadjispyrou, S., Kungolos, A., & Anagnostopoulos, A. (2001). Toxicity, bioaccumulation, and interactive effects of organotin, cadmium, and chromium on *Artemia franciscana*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 49(2), 179–186. <https://doi.org/10.1006/eesa.2001.2059>
12. Lish, R., Johari, S., Sarkheil, M., & Yu, I. J. (2019). On how environmental and experimental conditions affect the results of aquatic nanotoxicology on brine shrimp (*Artemia salina*): A case of silver nanoparticles toxicity. *Environmental Pollution*, 113358, 255.

13. Nunes, B., Carvalho, F., Guilhermino, L., & Stappen, G. (2006). Use of the genus *Artemia* in ecotoxicity testing. *Environmental Pollution*, 144, 453e462.
14. Palacios, J., & Santos, C. (2015). Evaluación Químico Ambiental de Agua de Mar en la desembocadura del Río Burro en la Ciudad de Manta 2015.
15. Sánchez, A., Forget, G., Feola, G., & Ronco, A. (2004). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas: estandarización, intercalibración, resultados y aplicaciones. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
16. Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T., & Zahoor, A. (2013). Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. *Agricultural Water Management*, 130, 1-13.
17. Secretaría Técnica del Mar. (2014). Estudios de las dinámicas y desplazamientos estacionales de masas de aguas en el perfil costero continental del Ecuador mediante modelamientos y simulaciones de plumas de dispersión. Manta.
18. TULSMA. (2015). Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes: Recurso agua. Libro VI anexo I.
19. Villamar, C. (2016). La *Artemia* salina y su importancia en la producción camaronera. *Revista AquaTic*.