



Análisis de la toxicidad de los efluentes vertidos en las camaroneras en Guayaquil

Analysis of the toxicity of the effluents discharged in the shrimp farms in Guayaquil

Análise da toxicidade dos efluentes lançados nas fazendas de camarão em Guayaquil

Diego Arcos-Jácome^I
darcos@uagraria.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7741-0978>

Raúl Arizaga-Gamboa^{II}
rarizaga@uagraria.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4437-2378>

Luis Antonio Morocho-Rosero^{III}
lmorocho@uagraria.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7838-4698>

Correspondencia: darcos@uagraria.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Revisión

* **Recibido:** 23 de mayo de 2022 * **Aceptado:** 12 de junio de 2022 * **Publicado:** 31 de julio de 2022

- I. Magíster en Agroecología y Agricultura sostenible, Ingeniero Agrónomo, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- II. Magíster en Administración Ambiental, Biólogo, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.
- III. Máster en Ciencias, Tecnología, Salud mención: Mecánica, Ingeniero Químico, Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

Resumen

La presente investigación fue desarrollada con el objetivo de analizar el grado de toxicidad de los efluentes vertidos en las camaroneras en Guayaquil, para lo cual se obtuvieron datos secundario provenientes de autoridades encargadas e información veraz de artículos de la zona de estudio, en los cuáles se aplicó el método estándar, que se basa en la determinación de la concentración que causa la muerte 50% de las larvas de *Artemia salina* l. en 24 horas bajo las condiciones descritas por este procedimiento. Esta concentración es conocida como LC50. Se concluye que después de realizar el bioensayo de toxicidad aguda sobre las *Artemias salinas* l. se condensa la información adquirida de cada una de las diluciones del bioensayo, concluyendo que el efluente analizado expone a la fauna y flora marina a un peligro de deceso de la población, debido a la letalidad de este que es vertido en los cuerpos hídricos adyacentes a las camaroneras. Determinando que la dosis letal media para dos intervalos de tiempo, la primera dosis letal media cuando el efluente es vertido a un cuerpo hídrico y la flora y fauna se encuentra expuesta a este en un intervalo de 24 horas es de 94% de letalidad sobre la flora y fauna es decir que si la fauna se encuentra expuesta a una concentración media de 0.5 del efluente, producirá el deceso de la mitad de la población en solo 24 horas, la segunda dosis letal media para el intervalo de tiempo de 48 horas cuando existe una concentración media de 0.5 es de 90% es decir que a medida que el tiempo avanza, el efluente se diluye en el agua y provoca un mayor riesgo para las poblaciones de flora y fauna existentes.

Palabras Clave: efluente; camaronera; dosis letal; población; toxicidad.

Abstract

The present investigation was developed with the objective of analyzing the degree of toxicity of the effluents discharged in the shrimp farms in Guayaquil, for which secondary data were obtained from the authorities in charge and truthful information from articles in the study area, in which applied the standard method, which is based on the determination of the concentration that kills 50% of the larvae of *Artemia salina* l. in 24 hours under the conditions described by this procedure. This concentration is known as the LC50. It is concluded that after carrying out the acute toxicity bioassay on *Artemia salinas* l. The information acquired from each of the bioassay dilutions was condensed, concluding that the analyzed effluent exposes the marine fauna and flora to a danger of death of the population, due to the lethality of this, which is discharged into the adjacent water

bodies. the shrimp. Determining that the mean lethal dose for two time intervals, the first mean lethal dose when the effluent is discharged into a water body and the flora and fauna are exposed to it in a 24-hour interval is 94% lethality over the flora and fauna, that is, if the fauna is exposed to an average concentration of 0.5 of the effluent, it will cause the death of half the population in just 24 hours, the second average lethal dose for the 48-hour time interval when there is an average concentration of 0.5 is 90%, that is to say that as time progresses, the effluent is diluted in the water and causes a greater risk for the existing populations of flora and fauna.

Keywords: effluent; shrimp farm; lethal dose; population; toxicity.

Resumo

A presente investigação foi desenvolvida com o objetivo de analisar o grau de toxicidade dos efluentes lançados nas fazendas de camarão em Guayaquil, para os quais foram obtidos dados secundários das autoridades responsáveis e informações verídicas de artigos na área de estudo, nos quais foi aplicado o método padrão, que se baseia na determinação da concentração que mata 50% das larvas de *Artemia salina* l. em 24 horas nas condições descritas por este procedimento. Esta concentração é conhecida como LC50. Conclui-se que após a realização do bioensaio de toxicidade aguda em *Artemia salinas* l. As informações adquiridas de cada uma das diluições do bioensaio foram condensadas, concluindo que o efluente analisado expõe a fauna e flora marinha a um perigo de morte da população, devido à letalidade desta, que é despejada nos corpos d'água adjacentes. . Determinando que a dose letal média para dois intervalos de tempo, a primeira dose letal média quando o efluente é lançado em um corpo d'água e a flora e a fauna a ele são expostas em um intervalo de 24 horas é de 94% de letalidade sobre a flora e a fauna, ou seja, se a fauna for exposta a uma concentração média de 0,5 do efluente, causará a morte de metade da população em apenas 24 horas, a segunda dose letal média para o intervalo de 48 horas quando há concentração média de 0,5 é 90%, ou seja, com o passar do tempo, o efluente se dilui na água e causa um risco maior para as populações de flora e fauna existentes.

Palavras-chave: efluente; fazenda de camarão; dose letal; população; toxicidade.

Introducción

A lo largo de los años el camarón se ha convertido en una de las principales exportaciones del país. Indica InvestManabi (2014), que, dentro de los productos no petroleros, el camarón ocupa el segundo lugar en producto de exportación del Ecuador; transformándose en una importante fuente generadora de plazas de empleo y para mantener en un balance la economía del país.

El sector registró una tasa de variación positiva de 8,6%, estimulado por una mayor demanda del mercado externo, obteniendo un aumento anual de 15,5%. Además, a este resultado se contribuye el uso de sistemas intensivos en tecnología que permite cultivar más larvas de camarón por piscina (Banco Central del Ecuador, 2019).

Uno de los contaminantes del mar ecuatoriano está relacionado al sector acuícola o camaronero. Según Andes (2013) infiere por información dada por el Ministerio del Ambiente (MAE) que en nuestro país existe una pérdida de más de 53 mil hectáreas de manglar que han sido deforestadas durante cuatro décadas.

El camarón blanco (*Litopenaeus vannamei*) representa más del 95% de la producción ecuatoriana, desde el año 1999 se registró un virus llamado Mancha Blanca bajando las producciones y por ende las exportaciones. Sin embargo, el país pudo pasar ese tiempo difícil al agregar químicos nuevos eficaces a ese virus.

Expresan Pis, y otros (2010) que los efluentes del cultivo de camarón, aunque son menos agresivos que los producidos en la industria pesquera y que otros residuales de la industria alimenticia, estos generan grandes volúmenes que son expuestos al ambiente, por lo que las aguas costeras y ríos se ven afectadas en forma negativa por materia orgánica, nutrientes y sólidos suspendidos de los efluentes. Además, se ve afectada las áreas que son requeridas para piscinas debido a los componentes químicos que se utilizan haciendo que el suelo se salinice en pocos años quedando inutilizado. Así mismo se ve afectada la fauna por la forma rudimentaria en la que se recolecta la larva del camarón, eliminando las que no lo sean condenando a la erosión genética de especie.

Toda descarga al sistema hídrico deberá cumplir, al menos, con los valores establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización. Según la INEN (2012); Salinidad (15-25 ppt.), pH (rango óptimo de 7.5 - a 8.3 ppm.), oxígeno disuelto (por encima de 4 ppm), alcalinidad (por encima de 60- 80 ppm), amonio (menor a 0.01 ppm).

Al realizar la investigación se tiene como objetivo analizar si los efluentes de dicha camaronera contienen una toxicidad la cual al no poder ser tolerada afectaría no solo a la flora y fauna que se encuentra en el perímetro, sino las personas quienes viven y trabajan en el sector.

Objetivo General

Analizar la toxicidad de los efluentes vertidos en una camaronera a través de la dosis letal mediante un bioensayo para determinar los impactos sobre la flora y fauna acuática.

Objetivos específicos

- Identificar los diferentes efluentes que vierten en las camaroneras.
- Analizar los efluentes mediante bioensayos para analizar la toxicidad global de los vertidos.
- Determinar la dosis letal media de los efluentes analizados.

Metodología

La investigación es de carácter descriptiva debido a que en su elaboración se usaron como bases científicas varios documentos e información de fuentes verídicas que aportaron con el tema. Se conoce la problemática a lo largo de la elaboración, al igual que los efectos que tienen los efluentes sobre la vida de los ecosistemas cercanos al lugar de estudio, además de conocer la letalidad de la toxicidad de los mismos sobre la vida acuática. Por otro lado, corresponde a un tipo de investigación de laboratorio, debido a que busca desarrollar una interpretación correcta de la problemática ambiental estudiada, mediante la manipulación de ciertas variables en condiciones de laboratorio controladas.

Se aplicó, el método estándar que se desarrolló en el Laboratorio con el objetivo de determinar la toxicidad aguda en larvas de *Artemia salina l.* de sustancias químicas y efluentes industriales considerados por su vertimiento en el ambiente marino.

Se basa en la determinación de la concentración que causa la muerte 50% de las larvas de *Artemia salina l.* en 24 horas bajo las condiciones descritas por este procedimiento. Esta concentración es conocida como LC50.

Resultados

Tabla 1 Cuadro de relación de la población utilizada en el bioensayo vs la concentración del efluente utilizado en el intervalo de tiempo de 0 a 72 horas.

TIEMPO	CONCENTRACIÓN	VIVOS	MUERTOS	ATURDIDOS
12	90%	8	0,5	0
24	90%	0,566666667	0,2	0,233333333
48	90%	0,087719298	0,859649123	0,052631579
72	90%	0,041666667	0,854166667	0,104166667
12	76%	0,977777778	0,022222222	0
24	76%	0,718446602	0,223300971	0,058252427
48	76%	0,441666667	0,458333333	0,1
72	76%	0,6	0,345454545	0,054545455
12	45%	0,904109589	0,082191781	0,01369863
24	45%	0,839285714	0,160714286	0
48	45%	0,537634409	0,322580645	0,139784946
72	45%	0,267857143	0,642857143	0,089285714
12	55%	0,968992248	0,007751938	0,023255814
24	55%	0,855421687	0,144578313	0
48	55%	0,388349515	0,495145631	0,116504854
72	55%	0,207317073	0,487804878	0,304878049

Este cuadro se obtuvo colocando volúmenes de cada disolución en diferentes envases previamente identificados, después de esto se colocó el volumen de agua de mar calculada, por consiguiente, colocar los nauplios de *Artemia salina l.* para cada envase.

Se observa el movimiento de los crustáceos en los intervalos de tiempo establecido para después realizar el respectivo conteo de los organismos. Para esto se extrajo el volumen calculado de cada una de las disoluciones de los envases.

Al terminar periodo se contarán los nauplios según:

- Considerar vivos: Nauplios que presenten movimiento.
- Considerar muertos: Nauplios que permanecen inmóviles.
- Considerar aturdidos: Nauplios que presenten movimiento retrasado.

Obteniendo así los datos tabulados presentados en la **Tabla 1**

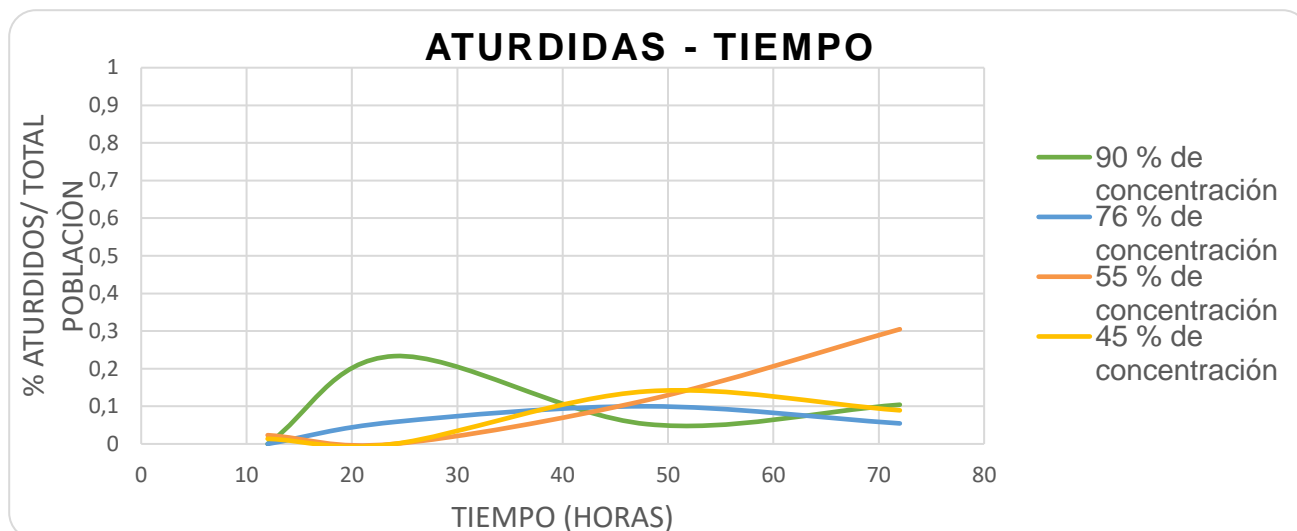


Gráfico 1 Población de artemias aturdidas vs tiempo utilizado

Descripción de la Grafica 1

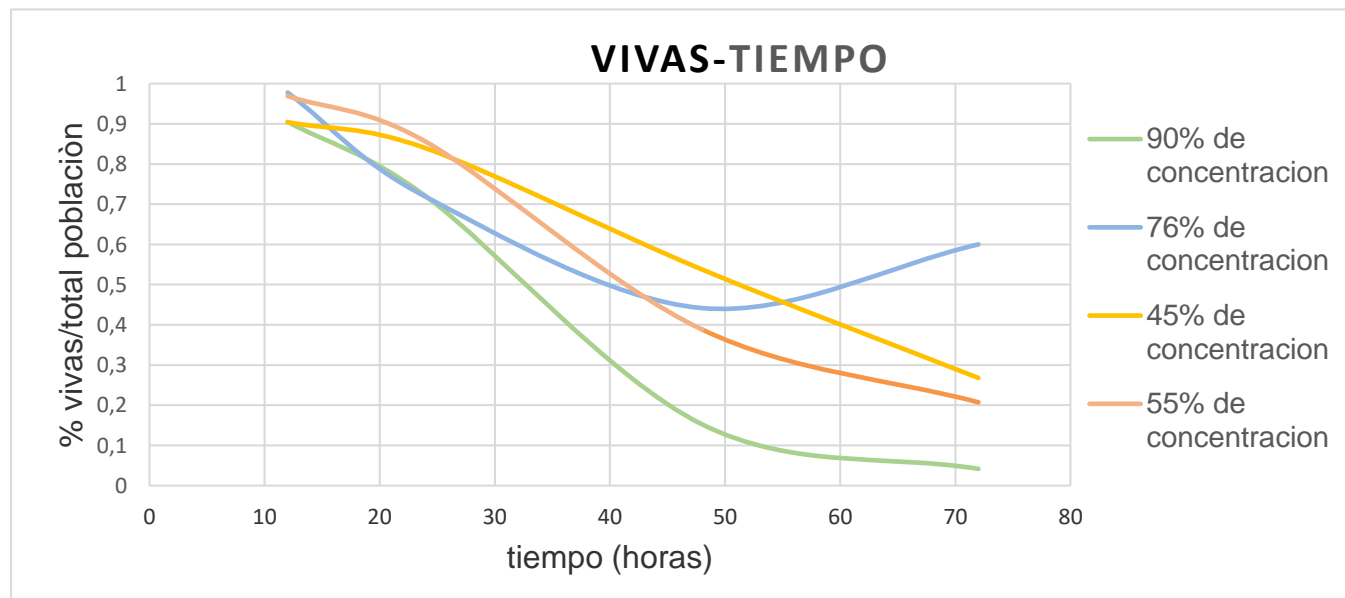
En esta grafica se detalla la relación que tiene la población de artemias aturdidas con respecto a los intervalos de tiempo utilizado, destacando así las siguientes observaciones:

En el intervalo de tiempo 0 a 12 horas no se observó ningún comportamiento con respecto al movimiento retrasado de las artemias en cada una de las diluciones realizadas, dando a entender que el efluente no actúa de forma inmediata a las 12 horas de haberlos suministrados en las artemias.

En el intervalo de tiempo de 12 a 36 horas se logra apreciar que hay una gran diferencia con respecto al anterior intervalo de tiempo, es decir, que el efluente genera efectos sobre las artemias a partir de las 12 horas, destacando entre estos el efluente que posee una concentración de 90%, debido que los otros 3 efluentes (76%, 55%, 45%) presentan un comportamiento casi constante entre ambos continuando así hasta las 42 horas.

En el intervalo de tiempo >42 horas se observó que ambas concentraciones presentan un declive en la gráfica, dando a entender, que a mayores intervalos de tiempo ya no se visualiza artemias aturdidas debido a la exposición que tienen con el efluente estas comienzan a morir.

Cabe recalcar que en la concentración de 55% se obtuvo un dato aberrante al momento de analizar los resultados, es por eso por lo que en la **Gráfica 1** se aprecia una línea creciente, en lugar de ser una línea de sentido decreciente.



Descripción de la Grafica 2

Gráfico 1 Población de artemias vivas vs tiempo utilizado

En esta grafica se puntualiza la relación que tiene la población de artemias vivas con respecto a los intervalos de tiempo utilizado, destacando así las siguientes observaciones:

En el intervalo de tiempo de 0 a 12 horas se observa que no hay ningún efecto de ninguna de las diluciones del efluente, esto se sintetiza en que las artemias se mantienen vivas las primeras 12 horas expuestas al efluente.

Pero en los intervalos >12 horas se observa que hay curvas que decrecen como se lo muestra en la **Gráfica 2**, debido a que el tiempo de vida de las artemias se ve disminuido a medida que el tiempo avanza, dicho esto podemos notar que la concentración de 90% del efluente analizado decrece de manera apresurada, es decir que las artemias que se encontraron expuestas al 90% de este efluente vivieron menos tiempos que las artemias expuestas a las otras concentraciones del efluente (76%, 55%, 45%) debido a que estas tres mencionadas mantienen una relación con respecto a sus curvas.



Gráfico 3 Población de artemias muertas vs tiempo utilizado

Descripción de la Grafica 3

En esta grafica se observa la relación que tiene la población de artemias muertas con respecto a los intervalos de tiempo utilizado, destacando así las siguientes observaciones:

En el intervalo de tiempo de 0 a 12 horas no existen artemias muertas, corroborando las anteriores graficas antes analizadas.

En el intervalo de 12 a 36 horas se analiza que no existen artemias muertas debido a que en ese intervalo del tiempo las artemias se encuentran aturcidas debido a que han presentado comportamiento de movimientos retrasados como se lo puede corroborar en la **Gráfica 1**, es decir que estas dos graficas guardan una relación en sus curvas.

En los intervalos >36 horas las curvas de la **Grafica 3** aumentan precipitadamente, esto da a entender que la muerte de las artemias aumenta respecto al día que ellas se encuentren expuestas a los diferentes % de concentración del efluente, tal como en las anteriores graficas algo que tienen de semejante las tres es la curva de la concentración del 90% del efluente debido que a mayor concentración del efluente las artemias tienden a disminuir.

Tabla 2 Cuadro de relación de las concentraciones del efluente analizado vs los resultados obtenidos de la población de artemias utilizadas con respecto a un intervalo de tiempo de 24 horas.

CONCENTRACIÓN	VIVOS	MUERTOS	ATURDIDOS	24 HORAS
90	0,56666667	0,2	0,23333333	
76	0,7184466	0,22330097	0,05825243	
66	0,83928571	0,16071429	0	
55	0,85542169	0,14457831	0	

Tabla 3 Cuadro de relación de las concentraciones del efluente analizado vs los resultados obtenidos de la población de artemias utilizadas con respecto a un intervalo de tiempo de 48 horas

CONCENTRACIÓN	VIVOS	MUERTOS	ATURDIDOS	48 HORAS
90	0,0877193	0,85964912	0,05263158	
76	0,44166667	0,45833333	0,1	
66	0,53763441	0,32258065	0,13978495	
55	0,38834951	0,49514563	0,11650485	

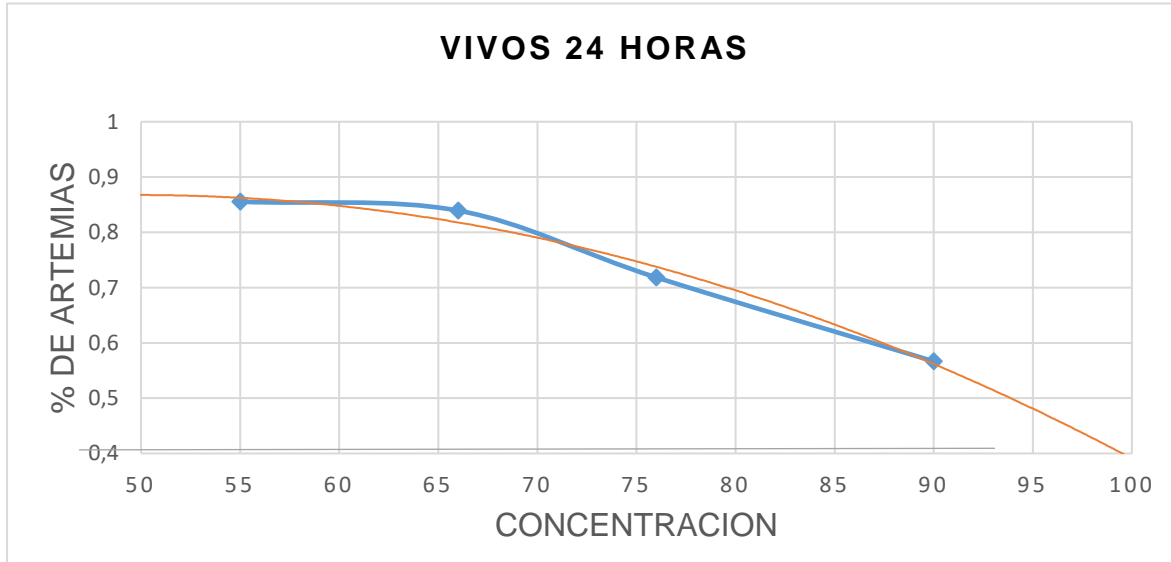


Gráfico 2 Dosis letal media en 24 horas

Para realizar la gráfica de la dosis letal media se tomó como base el cuadro de relación las concentraciones del efluente analizado vs los resultados obtenidos de la población de artemias utilizadas con respecto a un intervalo de tiempo de 24 horas.

Con esta se graficó la curva de mortalidad de la población de artemias, además de esto la curva se la extrapoló (crear una línea tangente al final de los datos conocidos y extendiéndola más allá de ese límite) para poder obtener el corte de la curva, ya que el corte de la línea de la concentración media con la curva de la mortalidad nos da como resultado el valor de la dosis letal media para esa población en el intervalo de 24 horas.

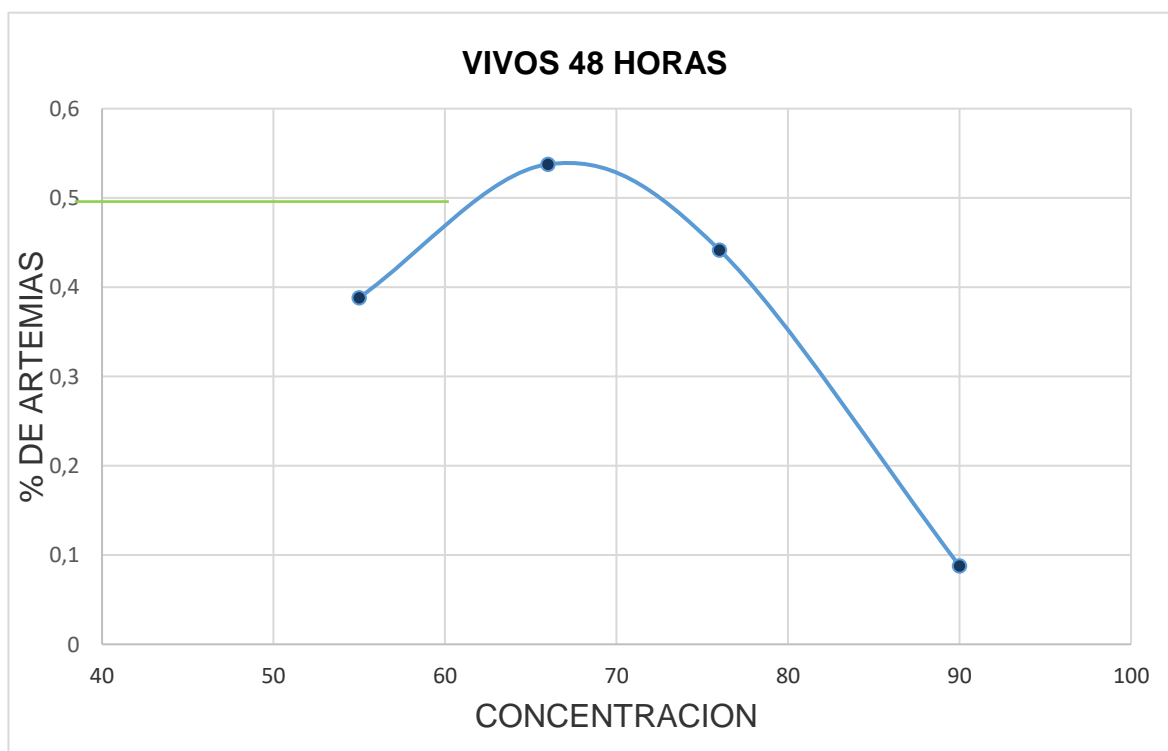


Gráfico 5. Dosis letal media en 48 horas

Para realizar la gráfica de la dosis letal media se tomó como base el cuadro de relación las concentraciones del efluente analizado vs los resultados obtenidos de la población de artemias utilizadas con respecto a un intervalo de tiempo de 48 horas.

Con esta se graficó la curva de mortalidad de la población de artemias, sabiendo la concentración media, se trazó una línea para poder obtener el corte de la curva, ya que el corte de la línea de la concentración media con la curva de la mortalidad nos da como resultado el valor de la dosis letal media para esa población en el intervalo de 24 horas.

Discusión

Los resultados obtenidos de la presente investigación exponen que los efluentes vertidos por las camaroneras son los sólidos y los líquidos, siendo de los primeros sedimentos de la piscina de

cosecha que en su mayoría son cal y zeolita y por último en los líquidos el cual viene de las aguas residuales de la última piscina compuestas por nutrientes, antibióticos, entre otros. Al realizarse el bioensayo de toxicidad aguda en diferentes concentraciones sobre las *Artemias salinas I* se obtuvo que los efluentes si expone a la fauna y flora de la zona. De acuerdo con Tenelema Chango (2016) en su investigación donde explica que la constante búsqueda de mejorar los rendimientos de producción ha llevado a que el sector aplique varios productos ya sean antibióticos, nutrientes de los cuales se debe resaltar los que tienen altas concentraciones de fosforo. Si este elemento es bien manejado puede llevar a ser óptima la producción, caso contrario ocasiona un desequilibrio a la constitución física del agua, esto debido a que se produce un incremento de este elemento el cual ocasionaría un desequilibrio en la flora y fauna donde dicho efluente sea expulsado y por lo tanto impacto negativo.

En un estudio elaborado por Chacón-Castro *et al.*, (2013) en el cual se realizaron pruebas de toxicidad aguda para determinar la concentración letal media de efluentes liberados en la bahía de Cartagena en Colombia, en el cual se utilizaron como bioindicadores dos especies de camarón marino (*Litopenaeus schmitti* Y *L. vannamei*), los resultados obtenidos de dichas pruebas señalan que la concentración letal sobre *L. vannamei* se presenta en un rango de 19,67-19,96% y en *L. schmitti* de 25,14-28,09% con el efluente, mientras que el tiempo letal medio obtenido sobre *L. vannamei* y *L. schmitti* fueron de 32 horas y 7.6 horas respectivamente, comparado con los resultados obtenidos en los análisis para determinar la CL50 en artemias salinas del presente trabajo en el cual se evidencio que en intervalos mayores a 12 horas de exposición al efluente la tasa de mortalidad de las artemias aumento, pero se notó un incremento más significativo en la tasa de mortalidad en los organismos que se encontraban expuestos a 90% de concentración del efluente a comparación con los organismos expuestos a menores concentraciones (76%, 55%, 45%), en ambos trabajos se llegó a concluir que a mayor concentración de efluente habrá una mayor mortalidad y un menor tiempo letal medio.

Conclusión

Al sintetizar todas las bases bibliográficas revisadas se identificaron cuáles son los efluentes vertidos por las camaroneras, estos se dividen en grupos los sólidos y los líquidos, cuando

mencionamos a los líquidos concluimos que son las aguas residuales de la última piscina, denominada piscina de cosecha la cual tiene entre su composición nutrientes alimenticios, antibióticos y químicos utilizados. Y si mencionamos a los sólidos se destacan los sedimentos de la piscina de cosecha que en su mayoría son restos de cal y zeolita.

Después de realizar el bioensayo de toxicidad aguda sobre las *Artemias salinas* L. se condensa la información adquirida de cada una de las diluciones del bioensayo, concluyendo que el efluente analizado expone a la fauna y flora marina a un peligro de deceso de la población, debido a la letalidad de este que es vertido en los cuerpos hídricos adyacentes a las camaroneras.

Ratificada la información recabada se determinó la dosis letal media para dos intervalos de tiempo, primero la dosis letal media cuando el efluente es vertido a un cuerpo hídrico y la flora y fauna se encuentra expuesta a este en un intervalo de 24 horas es de 94% de letalidad sobre la flora y fauna es decir que si la fauna se encuentra expuesta a una concentración media de 0.5 del efluente, producirá el deceso de la mitad de la población en solo 24 horas, segundo la dosis letal media para el intervalo de tiempo de 48 horas cuando existe una concentración media de 0.5 es de 90% es decir que a medida que el tiempo avanza, el efluente se diluye en el agua y provoca un mayor riesgo para las poblaciones de flora y fauna existentes.

Referencias

1. Andes. (06 de Septiembre de 2013). Agencia Pública de Noticias del Ecuador y Suramérica. . Obtenido de <http://www.andes.info.ec/es/economia/ecuador-pone-freno-devastacion-manglarescausada-durante-40-anos-camaroneras.html>
2. Banco Central del Ecuador. (29 de Marzo de 2019). Obtenido de <https://www.bce.fin.ec/index.php/boletines-de-prensa-archivo/item/1158-la-economia-ecuatoriana-crecio-14-en-2018>
3. Chacon-Castro, MF., Villamarin, S., Alvarez, R. (2013). Pruebas de toxicidad aguda CL(I) 50 en camarones marinos (*Litopenaeus schmitti* Y *L. vannamei*) utilizando efluentes a la bahía de Cartagena, Colombia. Obtenido de Biosalud: <http://www.scielo.org.co/pdf/biosa/v12n2/v12n2a04.pdf>
4. INEN. (2012). NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES : RECURSO AGUA. Quito - Ecuador: Presidencia de la Republica.

5. InvestManabi.(2014). Ecuador Ama la Vida. Obtenido de http://www.manabi.gob.ec/investmanabi/Expor_pes_agri4-0.php
6. Pis, M. A., Delgado, G., Fuentes, M., Martinez, Y., Hernández, A., Diez, J., & Valdivia, Y. (Marzo de 2010). Caracterización de los efluentes de la camaronera CULTIZAZA de Cuba . Obtenidode <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/13266/Caracterización%20de%20los%20efluentes%20de%20la%20camaronera.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Tenelema Chango, W. G. (Agosto de 2016). Impacto Ambiental en el cuerpo receptor de los efluentes de la camaronera Cayancas. Obtenido de Repositorio UG: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/15290/1/IMPACTO%20AMBIENTAL%20EN%20EL%20CUERPO%20RECEPTOR%20DE%20LOS%20EFLUENTES%20DE%20LA%20CAMARONERA%20CAYANCAS.pdf>

© 2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).