

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Efecto de la concentración y tiempo de exposición de un detergente en la toxicidad de alevines de boquichico (*Prochilodus nigricans*) y tilapia (*Oreochromis niloticus*), en condiciones controladas.

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores:

Keyli Raquel Chujutalli Martinez

Anita Fustamante Carrion

Leina Grandez Grandez

Asesor:

Ing. Jhon Patrick Rios Bartra

Tarapoto, junio de 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, *Jhon Patrick Rios Bartra* de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de *Ingeniería Ambiental*, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN DE UN DETERGENTE EN LA TOXICIDAD DE ALEVINES DE BOQUICHICO (*PROCHILODUS NIGRICANS*) Y TILAPIA (*OREOCHROMIS NILOTICUS*), EN CONDICIONES CONTROLADAS” constituye la memoria que presenta(n) el(la)(los) Bachiller(es) Chujutalli Martinez, Keyli Raquel, Fustamante Carrion, Anita; Grandez Grandez, Leina; para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Tarapoto, a los 28 días del mes de junio del año 2021.



Asesor

Ing. Jhon Patrick Rios
Bartra

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a 11 día(s) del mes de junio del año 2021, siendo las 09:30 horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mg. Gelnor Archenti Curitima, el (la) secretario(a): Mtra. Kátherin Jina Luz Pinedo Gómez y los demás miembros: Mtro. Carmelino Almestar Villegas

y el (la) asesor(a) Ing. Jhon Patrick Rios Bartra con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Efecto de la concentración y tiempo de exposición de un detergente en la toxicidad de alevines de Boquichico (prochilodus nigricans) y tilapia (oreochromis niloticus), en condiciones controladas.

del(los) bachiller/es: a) Leina Grandez Grandez
 b) Keyli Raquel Chujutalli Martinez
 c) Anita Fustamante Carrión

conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Ambiental
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): Leina Grandez Grandez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	B	Excelente	Excelencia

Bachiller -(b): Keyli Raquel Chujutalli Martinez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	B	Excelente	Excelencia

Bachiller -(c): Anita Fustamante Carrión

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	19	B	Excelente	Excelencia

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

 Presidente/a



 Secretario/a

 Asesor/a

 Miembro

 Miembro

 Bachiller (a)

 Bachiller (b)

 Bachiller (c)

Resumen

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto tóxico de la concentración y tiempo de exposición de un detergente doméstico en la toxicidad de alevinos de *P. nigricans* y *O. niloticus* en condiciones controladas. Para ello, se desarrolló un diseño experimental con dos factores (concentración de detergente 0, 15, 20 y 25 mg/L y tiempo de exposición 48, 72 y 96 horas) y cuatro réplicas para cada especie de alevinos. Los parámetros evaluados fueron pH, temperatura y mortalidad. Cada unidad experimental estuvo constituida por un recipiente rectangular de vidrio, en las cuales se colocó la solución de detergente y un número de 10 alevinos. Se encontró una CL50 mayor en *O. niloticus*, que en *P. nigricans* para los tres tiempos de exposición evaluados. Asimismo, la concentración y tiempo de exposición del detergente doméstico tienen efecto tóxico sobre ambas especies, tanto en forma separada como en interacción. Se concluye que la especie más sensible a detergente es *P. nigricans*.

Palabras claves: Toxicidad; Probit; Surfactante; Bioensayo

Abstract

The objective of the study was to evaluate the toxic effect of the concentration and exposure time of a domestic detergent on the toxicity of *P. nigricans* and *O. niloticus* fingerlings under controlled conditions. For this, an experimental design was developed with two factors (detergent concentration 0, 15, 20 and 25 mg / L and exposure time 48, 72 and 96 hours) and four replications for each species of fingerlings. The parameters evaluated were pH, temperature and mortality. Each experimental unit consisted of a rectangular glass container, in which the detergent solution and a number of 10 fingerlings were placed. A higher LC50 was found in *O. niloticus* than in *P. nigricans* for the three exposure times evaluated. Likewise, the concentration and exposure time of the domestic detergent have a toxic effect on both species, both separately and in interaction. It is concluded that the species most sensitive to detergent is *P. nigricans*.

Keywords: Toxicity; Probit; Surfactant; Bioassay

1. Introducción

La contaminación de los ambientes acuáticos cada vez es más intensa, siendo los detergentes uno de los contaminantes más comunes; los cuales causan graves daños al ecosistema acuático (Schetini, 2017).

Los detergentes son productos que se utilizan para la limpieza de materiales domésticos en forma habitual. El agua generada del lavado, se vierte directamente a cuerpos hídricos como lagos ríos y arroyos o se dirigen a estos a través de conductos de aguas residuales (Sharmili *et al.*, 2015).

En los últimos años hay una preocupación creciente en relación a los problemas ecológicos y de salud provocados por la cantidad de detergentes sintéticos que se utilizan. Los peces desempeñan un papel importante en los ecosistemas acuáticos; por ello son considerados como buenos indicadores de la calidad del agua, siendo por ello utilizados en los ensayos de toxicidad (Barbieri, 2005).

La presencia de fosfatos en los detergentes puede provocar la eutrofización, es decir el crecimiento desmedido de algas, las cuales consumen el oxígeno y producen toxinas; afectando con ello a la vida acuática (Cohen and Keiser, 2017).

Asimismo, los compuestos tensio-activos aniónicos (detergentes), son muy tóxicos para la salud humana, a concentraciones superiores a 0,95 mg.L⁻¹. A su vez estos pueden llegar a través de la cadena alimentaria (Hassan, Hameed and Al-ani, 2017).

El presente estudio tuvo como objetivo determinar el efecto de la concentración y tiempo de exposición de detergentes domésticos en la toxicidad de alevinos de las especies de peces *P. nigricans* y *O. niloticus*.

2. Materiales y Métodos

2.1. Materiales

- 48 peceras con dimensiones de 28 cm x 14 cm x 14 cm y un volumen útil de 5 L.
- Un balde de 16 L de capacidad
- 480 alevinos de Tilapia *O. niloticus*, con una longitud y peso promedio de 2.6 ± 0.15 cm y 6.1 ± 0.64 g respectivamente.
- 480 alevinos de Boquichico *P. nigricans* con una longitud y peso promedio de 3.2 ± 0.22 cm y 8.8 ± 0.16 g respectivamente
- 140 g detergente de marca "Patito".
- 04 estantes de aluminio
- 01 aireador con un caudal de 88 L/min.
- 108 m de manguera de silicona para peceras
- 01 vaso precipitado de 250 mL. 01
- 01 balanza analítica.
- 01 agitador de vidrio.
- 01 caja Petri
- 01 regla graduada
- 01 termómetro
- 01 medidor de pH.

2.2. Métodos

El estudio se desarrolló en enero de 2021, en el área experimental del Centro Poblado San Juan de Cumbaza, Distrito de Tarapoto, Región San Martín, Perú. Las coordenadas UTM del área experimental son 347926 (E) y 9276986 (N). Para la recolección de los datos, se seleccionó un diseño experimental con dos factores, los cuales fueron la concentración de detergente (15, 20 y 25 mg/L) y el tiempo de exposición (48, 72 y 96 h);

con doce tratamientos y cuatro réplicas para cada especie. En cada pecera se colocó 10 alevinos. Asimismo, se midió la temperatura y pH del agua, cada 12 h. La variable dependiente fue la mortalidad, para lo cual se registró, el número de individuos muertos en cada unidad experimental. Los alevinos se aclimataron durante 12 horas, dentro de tanques de vidrio rectangulares (28 x 14 x 14 cm) de 5 litros de capacidad, con cuatro litros de agua sin cloro. Luego se preparó la solución madre, pesando para ello 10 g de detergente y se completó con agua hasta 10 L.

2.3. Instrumentos

- ✓ Peachimetro
- ✓ Medidor de temperatura

2.4. Análisis de datos

Para determinar la CL50, se utilizó el análisis Probit en el software SPSS 24. Asimismo, para determinar el efecto de la concentración y tiempo de exposición del detergente, sobre la mortalidad de los alevinos, se utilizó el análisis de varianza factorial al 95%.

3. Resultados y Discusión

3.1. Resultados 1

Dosis letal media para alevinos de *P. nigricans*

En la figura 1 se muestra la variación de la mortalidad de alevinos de *P. nigricans*, con las concentraciones de detergente. Se encontró una CL50 de 17.34 mg/L.

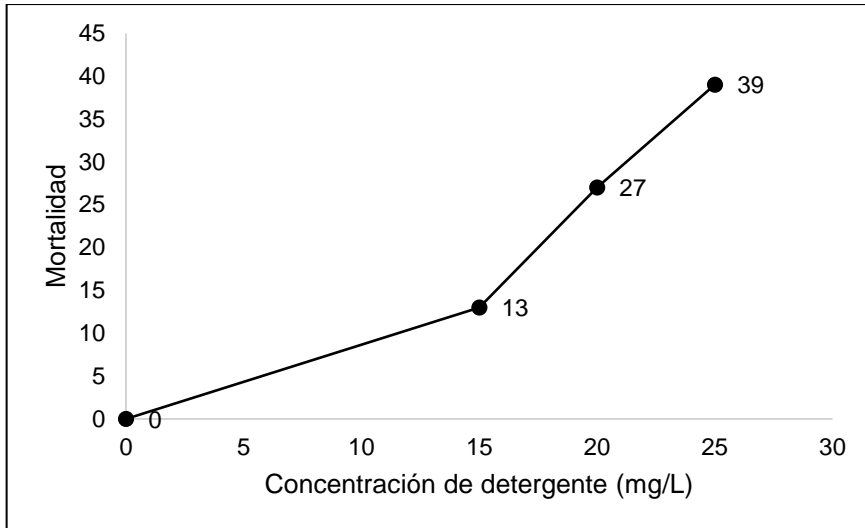


Figura 1 Dosis letal media para alevinos de *P. nigricans*

Asimismo, en la figura 2 se muestra la variación de la mortalidad de alevinos de *P. nigricans*, con las concentraciones de detergente. Se encontró una CL50 de 15.74 mg/L.

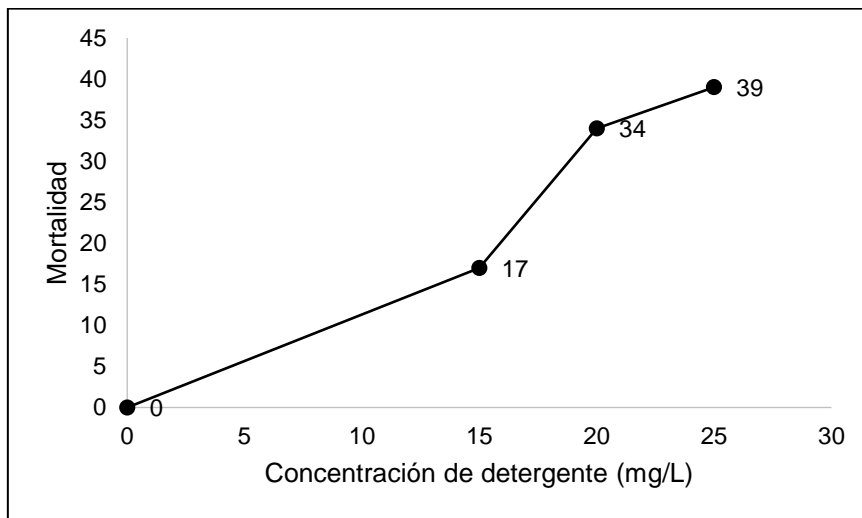


Figura 2. Dosis letal media para alevinos de boquichico, para 72 h

Por otro lado, la figura 3 muestra la variación de la mortalidad de alevinos de *P. nigricans*, con las concentraciones de detergente. Se encontró una CL50 de 14.61 mg/L.

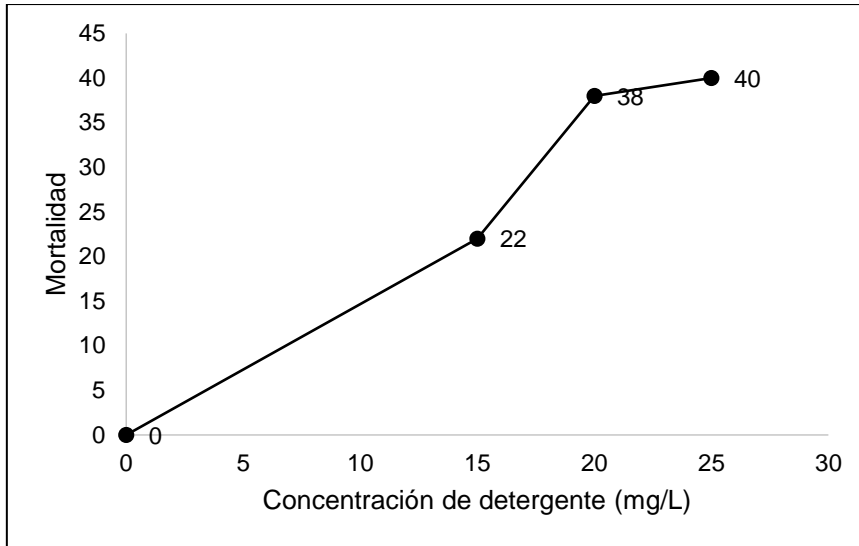


Figura 3. Dosis letal media para alevinos de boquichico, para 96 h

3.2. Resultado 2

Dosis letal media para alevinos de *O. niloticus*

En la figura 4 se muestra la variación de la mortalidad de alevinos de *O. niloticus*, con las concentraciones de detergente. Se encontró una CL50 de 22.41 mg/L.

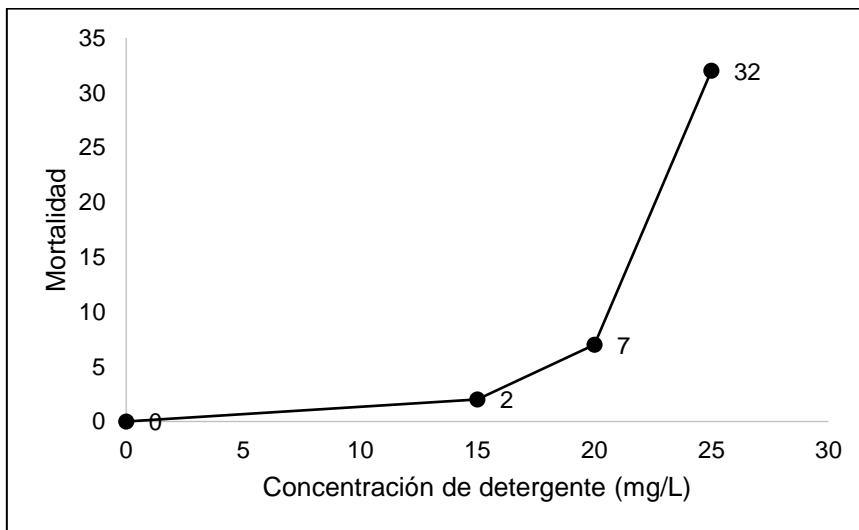


Figura 4. Dosis letal media para alevinos de tilapia, para 48 h

Asimismo, la figura 5 se muestra la variación de la mortalidad de alevinos de *O. niloticus*, con las concentraciones de detergente. Se encontró una CL50 de 20.69 mg/L.

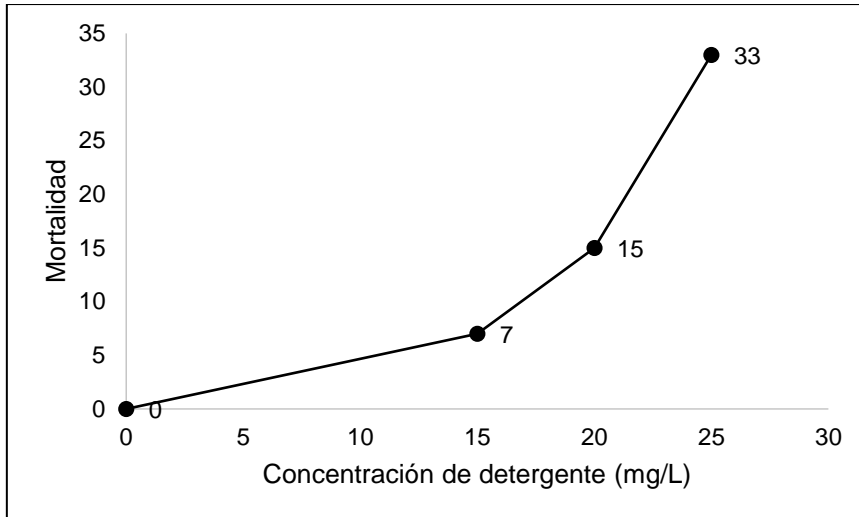


Figura 5. Dosis letal media para alevinos de tilapia, para 72 h

En la figura 6 se muestra la variación de la mortalidad de alevinos de *O. niloticus*, con las concentraciones de detergente. Se encontró una CL50 de 17.27 mg/L.

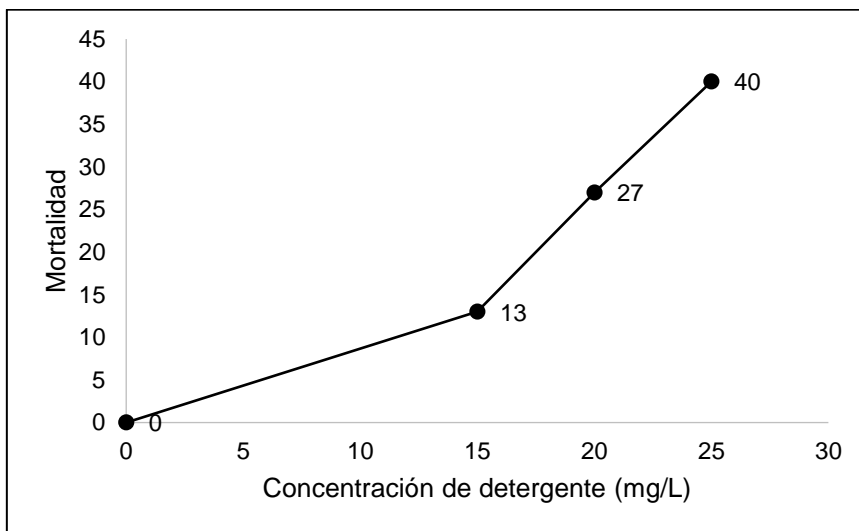


Figura 6. Dosis letal media para alevinos de tilapia, para 96 h

3.3. Resultado 3

Concentración y tiempo de exposición sobre la mortalidad de *P. nigricans*

En la tabla 1 se muestra el análisis de varianza del efecto de la concentración y tiempo de exposición sobre la mortalidad de *P. nigricans*. Se observa que, la concentración, el tiempo de exposición y la interacción de estas variables, tienen efecto en la mortalidad de alevinos de *P. nigricans*; ya que se encontró un p-valor menor a 0,05. Además, las variables concentración y tiempo de exposición explican el 99.10% de la mortalidad de *P. nigricans*.

Tabla 1

Efecto de la concentración y tiempo sobre P. nigricans

Origen	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F	p-valor
Modelo corregido	720,729	11	65.521	349.444	0.000
Interceptación	1507.521	1	1507.521	8040.111	0.000
Concentración	694.896	3	231.632	1235.370	0.000
Tiempo	13.792	2	6.896	36.778	0.000
Concentración *	12.042	6	2.007	10.704	0.000
Tiempo					
Error	6.750	36	0.188		
Total	2235.000	48			
Total corregido	727.479	47			

Asimismo, al realizar la prueba Tukey para la diferencia de mortalidad según la concentración, se encontró diferencias significativas entre los cuatro niveles del factor; siendo la dosis de 25 mg/L; la que genera mayor mortalidad en alevinos, con 9.8 individuos muertos.

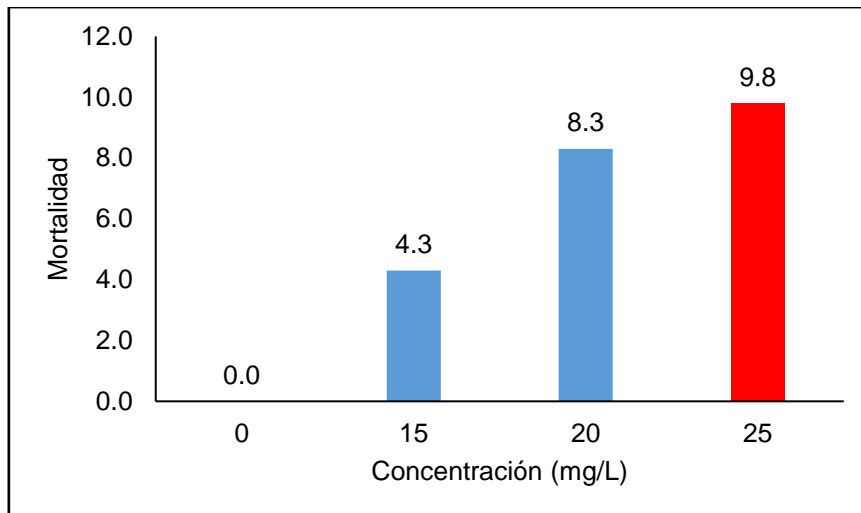


Figura 7. Efecto de la concentración de detergente en la mortalidad de *P. nigricans*

Con respecto al factor tiempo de exposición, la prueba Tukey se obtuvo diferencia de mortalidad entre los tres niveles del factor; siendo el tiempo de exposición de 96 h; el que genera mayor mortalidad en alevinos, con 5.0 individuos muertos.

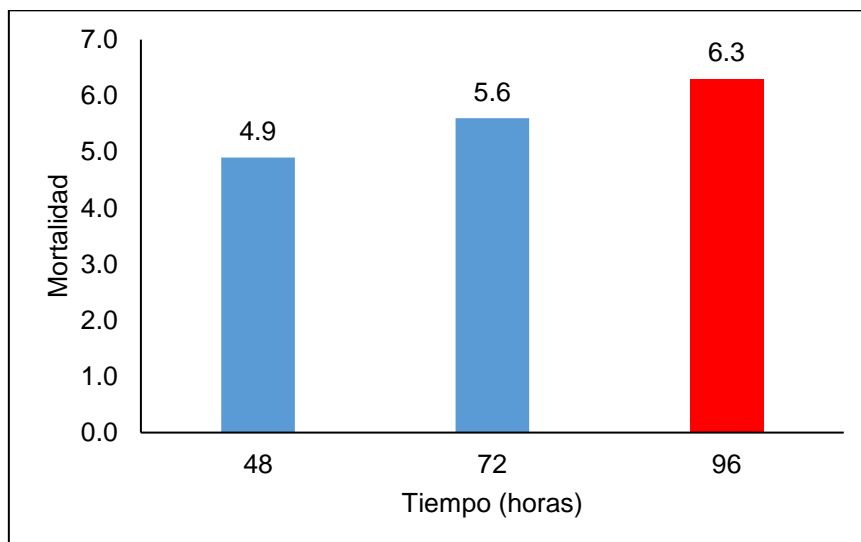


Figura 8. Efecto del tiempo de exposición de detergente en la mortalidad de *P. nigricans*

Para analizar la interacción de los dos factores, se realizó el gráfico de perfil mostrado en la figura 9. Se observa un efecto sinérgico de la interacción concentración x

tiempo, sobre la mortalidad de *P. nigricans*; es decir al aumentar la concentración y el tiempo; se aumenta la mortalidad de los alevinos de esta especie.

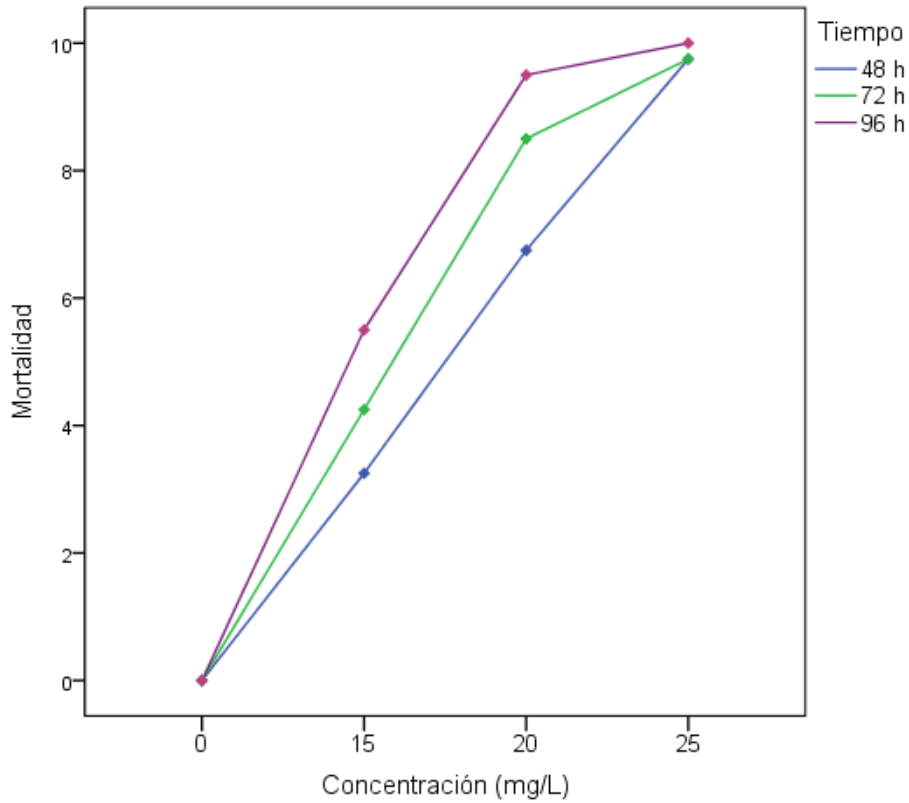


Figura 9. Interacción de concentración y tiempo sobre mortalidad de *P. nigricans*

3.4. Resultado 4

Concentración y tiempo de exposición sobre la mortalidad de *O. niloticus*

En la tabla 2 se muestra el análisis de varianza del efecto de la concentración y tiempo de exposición sobre la mortalidad de *O. niloticus*. Se observa que, la concentración, el tiempo de exposición y la interacción de estas variables, tienen efecto en la mortalidad de alevinos de *O. niloticus*; ya que se encontró un p-valor menor a 0,05. Además, las variables concentración y tiempo de exposición explican el 97.10% de la mortalidad de *O. niloticus*.

Tabla 2.

Efecto de la concentración y tiempo sobre O. niloticus

Origen	Suma de cuadrados	GL	Cuadrado medio	F	p-valor
Modelo corregido	589,167	11	53.561	110.182	0.000
Interceptación	645.333	1	645.333	1327.543	0.000
Concentración	513.833	3	171.278	352.343	0.000
Tiempo	48.792	2	24.396	50.186	0.000
Concentración *					
Tiempo	26.542	6	4.424	9.100	0.000
Error	17.500	36	0.486		
Total	1252.000	48			
Total corregido	606.667	47			

Asimismo, al realizar la prueba Tukey para la diferencia de mortalidad según la concentración, se encontró diferencias significativas entre los cuatro niveles del factor; siendo la dosis de 25 mg/L; la que genera mayor mortalidad en alevinos, con 8.8 individuos muertos.

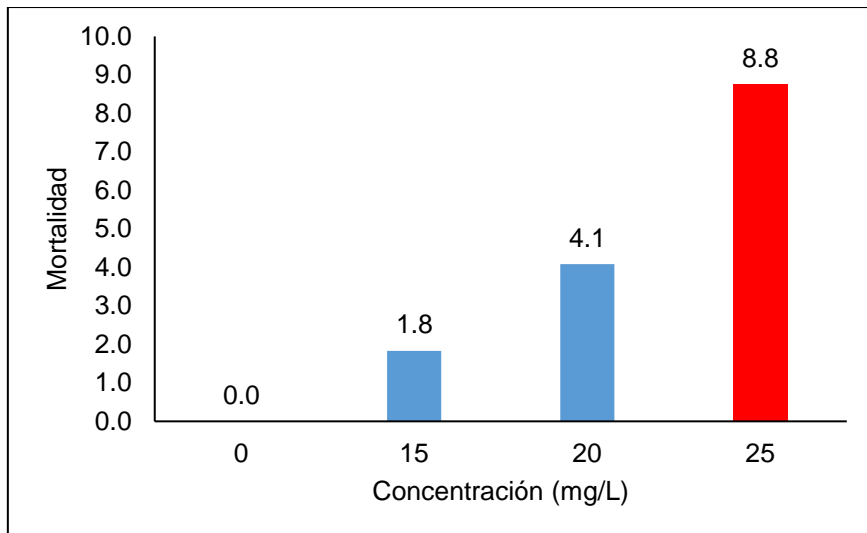


Figura 10. Efecto de la concentración de detergente en la mortalidad de *O. niloticus*

Con respecto al factor tiempo de exposición, la prueba Tukey se obtuvo diferencia de mortalidad entre los tres niveles del factor; siendo el tiempo de exposición de 96 h; el que genera mayor mortalidad en alevinos, con 5.0 individuos muertos.

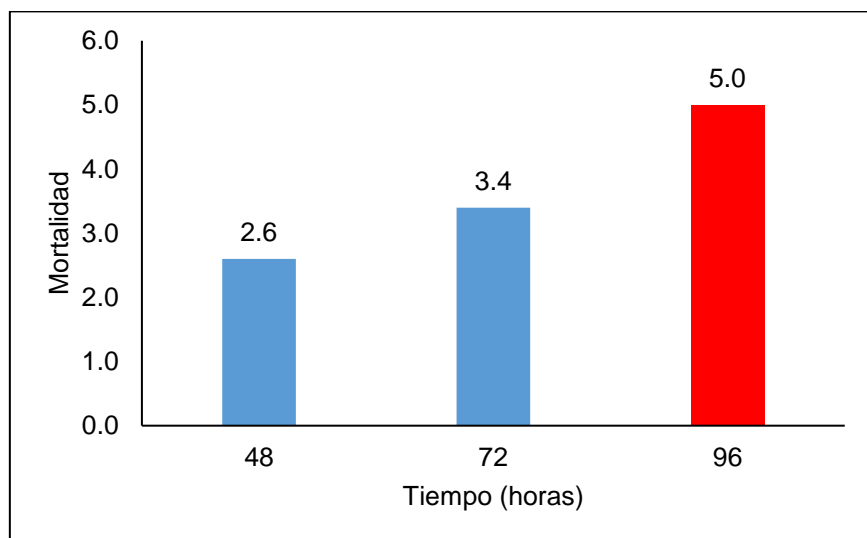


Figura 11. Efecto del tiempo de exposición de detergente en la mortalidad de *O. niloticus*

Para analizar la interacción de los dos factores, se realizó el gráfico de perfil mostrado en la figura 12. Se observa un efecto sinérgico de la interacción concentración x tiempo, sobre la

mortalidad de *O. niloticus*; es decir al aumentar la concentración y el tiempo; se aumenta la mortalidad de los alevinos de esta especie.

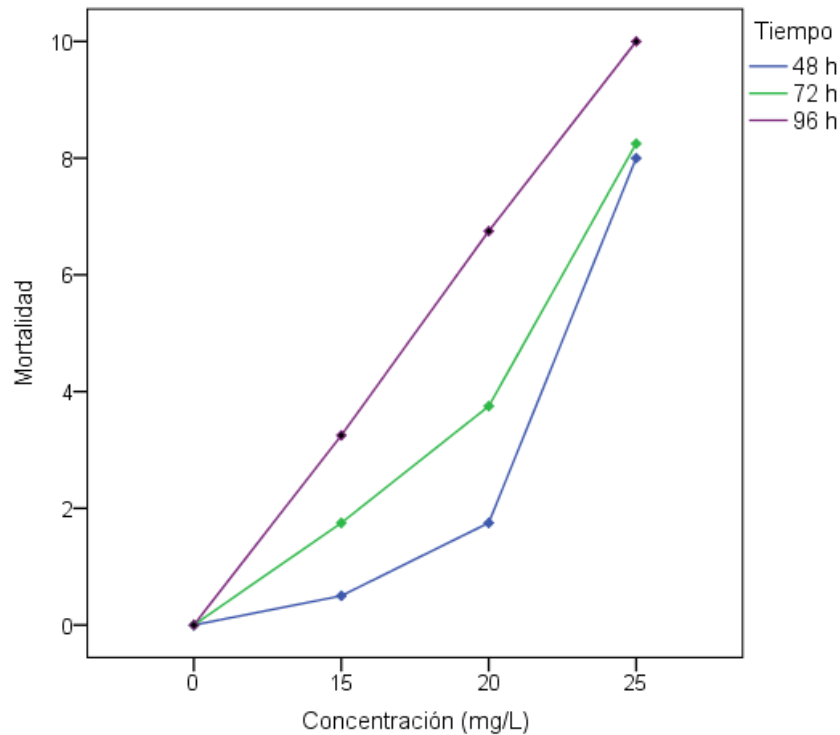


Figura 12. Interacción de concentración y tiempo sobre mortalidad de *O. niloticus*

4. Discusiones

Mediante el ensayo de toxicidad aguda de la concentración y tiempo de exposición de detergente doméstico sobre alevinos de *P. nigricans* y *O. niloticus*; se encontró valores de CL50 para alevinos de la primera especie. Esto sugiere que *P. nigricans* es más sensible a la contaminación por detergentes domésticos.

Esto se debe a que los detergentes tienen efectos tóxicos en la vida acuática. El mecanismo que se desarrolla en los peces es la destrucción de las capas mucosas, las cuales protegen de microorganismos patógenos. Asimismo, los detergentes causan un efecto dañino en las branquias. La mayoría de las especies de peces mueren a concentraciones superiores a 15 mg/L. Otro efecto adverso de los detergentes es la pérdida de la capacidad reproductiva en la biota acuática (Effendi et al., 2017). Por otro lado, se

encontró que los detergentes provocaron efectos dañinos sobre alevinos de la especie *Clarias gariepinus* como hiperactividad, natación errática, afloramiento y hundimiento frecuentes, pérdida de equilibrio, coloración y aparición gradual de inactividad (Adewoye, 2010).

Asimismo, los detergentes aumentan el pH, hasta niveles alcalinos, provocando con ello la muerte de los peces en etapa de alevinos (Uthman and Bola, 2016).

En otro estudio se encontró que los detergentes Alquil Benceno Sulfonatos de cadena lineal, aumentaron el pH del agua desde 6.55 hasta 10.55 (punto de muerte alcalina). De otro lado, al exponer alevinos a dosis de estos detergentes, superiores a 24 mg/L, se observaron cambios de comportamiento como inquietud, natación rápida, pérdida de equilibrio, dificultad respiratoria y hemorragia de los filamentos branquiales (Ogundele et al., 2016).

Por otro lado, existe un efecto sinérgico entre la concentración y tiempo de exposición del detergente doméstico sobre los alevinos de *P. nigricans* y *O. niloticus*. Este comportamiento fue observado en alevinos de la especie *Danio rerio* Hamilton, encontrando valores de CL50 de 31.72, 29.51 y 27.31 mg/L de detergentes Alquil Benceno Sulfonatos para tiempos respectivos de 48, 72 y 96 h (Sharmili et al., 2015). Asimismo, indican que los efectos toxicológicos en los alevinos dependen del tiempo de exposición y de la concentración del detergente.

La falta de control en la introducción de los detergentes en los ecosistemas acuáticos, puede resultar en la pérdida de especies acuícolas de interés económico como *O. niloticus* (Ubong et al., 2015).

5. Conclusión y recomendaciones

Del estudio se concluye que, la concentración y tiempo de exposición del detergente doméstico, tiene efecto tóxico sobre las especies de peces *P. nigricans* y *O. niloticus*, tanto en forma separada como en interacción. Se encontró dosis letal media mayores en *O. niloticus* que en *P. nigricans*, indicando con ello que la última especie es más sensible a la

contaminación por detergentes. Por otro lado, se encontró CL50 mayores de detergente para la especie *P. nigricans*.

5.1. Recomendación

Se recomienda promover acciones para evitar la descarga de efluentes que contengan detergentes, hacia los cuerpos hídricos; de no concretarse estas medidas, se perdería gran parte de la fauna acuática, la cual es de interés económico y ambiental para la población.

6. Referencias

- Adewoye, S. (2010) 'A comparative study on the behavioral responses of *Clarias gariepinus* on exposure to soap and detergent effluents', 1(1), pp. 89–95. Available at: <https://www.imedpub.com/articles/a-comparative-study-on-the-behavioral-responses-of-clariasgariepinus-on-exposure-to-soap-and-detergent-effluents.pdf>.
- Barbieri, E. (2005) 'Efeito do LAS-C12 (dodecil benzeno sulfonato de sódio) sobre alguns parâmetros do comportamento da tainha (*Mugil platanus*)', *Atlântica*, 27(1), pp. 49–57. doi: 10.5088/atl.
- Cohen, A. and Keiser, D. (2017) 'The Effectiveness of Incomplete and Overlapping Pollution Regulation: Evidence from Bans on Phosphate in Automatic Dishwasher Detergent', *SSRN Electronic Journal*, 150(1), pp. 53–74. doi: 10.2139/ssrn.2905906.
- Effendi, I. et al. (2017) 'Detergent Disposal into Our Environment and Its Impact on Marine Microbes', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 97(1). doi: 10.1088/1755-1315/97/1/012030.
- Hassan, F. M., Hameed, A. and Al-ani, R. R. (2017) 'Detection of Detergents (Surfactants) in Tigris River- Baghdad/Iraq', *International Journal of Environment & Water*, 6(1), p. 16. Available at: https://www.researchgate.net/publication/321701314_International_Journal_of_Environment_Water_Detection_of_Detergents_Surfactants_in_Tigris_River-BaghdadIraq.
- Ogundele, O. et al. (2016) 'Toxicity of linear alkylbenzene sulphonate (LAS) detergent, to *Clarias gariepinus* fingerlings', *Fisheries Research New*, 1(1), pp. 273–278. Available at: https://www.researchgate.net/publication/277183089_Toxicity_of_linear_alkylbenzene_sulphonate_LAS_detergent_to_Clarias_gariepinus_fingerlings/link/56ba569408ae2567351ed155/download.
- Schetini, C. (2017) Efeitos do uso do detergente doméstico neutro no comportamento e personalidade do guppy *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) (Osteichthyes: Poeciliidae). Universidade Federal de Ouro Preto. Available at: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/7781/1/DISSERTAÇÃO_EfeitosUsoDetergente.pdf.
- Sharmili, S. et al. (2015) 'Studies on the toxicity of Alkylbenzene sulphonate to Zebra fish, *Danio rerio* Hamilton', *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 3(1), pp. 204–207. Available at: <https://www.entomoljournal.com/vol3Issue1/pdf/3-1-64.1.pdf>.
- Ubong, G. et al. (2015) 'Acute toxicity of Ariel detergent on the survival of fingerlings of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*)', *International Journal of Current Research*, 7(4), pp.

14825–14828. Available at: <https://www.journalcra.com/article/acute-toxicity-ariel-detergent-survival-fingerlings-nile-tilapia-oreochromis-niloticus>.

Uthman, G. and Bola, O. (2016) 'Determination of the median lethal concentration of "Omo" and "Ariel" on *Clarias gariepinus*', *E3 Journal of Scientific Research*, 4(2), pp. 28–36. Available at: https://www.e3journals.org/cms/articles/1470025140_Gambari.pdf.