

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



*Una Institución Adventista*

**Análisis comparativo del efecto toxicológico de  
detergentes en alevines Paco, Gamitana y Trucha Arco  
Iris**

Por:

Keyli Raquel Chujutalli Martinez

Anita Fustamante Carrión

Asesor:

Ing. Carmelino Almestar Villegas

**Tarapoto, agosto de 2020**

## **DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

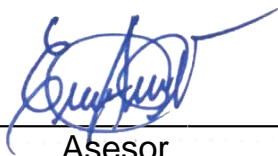
Yo, *Carmelino Almestar Villegas* de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: “ANÁLISIS COMPARATIVO DEL EFECTO TOXICOLÓGICO DE DETERGENTES EN ALEVINES PACO, GAMITANA Y TRUCHA ARCO IRIS” constituye la memoria que presenta(n) el(la)(los) Bachiller(es) Chujutalli Martinez, Keyli Raquel y Fustamante Carrión, Anita; para aspirar al Grado Académico de Bachiller en Ingeniería 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 Morales, a los 12 días del mes agosto del año 2020.



---

Asesor

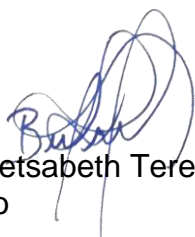
Ing. Carmelino  
Almestar Villegas

Análisis comparativo del efecto toxicológico de detergentes  
en alevines Paco, Gamitana y Trucha Arco Iris

## TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

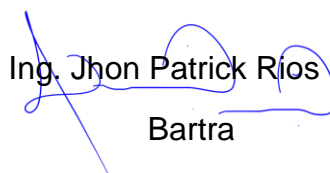
Presentado para optar el Grado de Bachiller en Ingeniería  
Ambiental

### JURADO CALIFICADOR



Mtra. Betsabeth Teresa Padilla  
Macedo

Presidente



Ing. Jhon Patrick Rios

Bartra

Secretario



Ing. Katterin Jina Luz Pinedo

Gómez Vocal



Ing. Carmelino Almestar Villegas

Asesor

Morales, agosto del 2020

## Resumen

[Introducción]: Uno de los principales problemas en el estudio del impacto de los detergentes en el ambiente es su monitoreo. Por lo tanto, el empleo de los bioensayos es una herramienta útil y sencilla para medir su posible impacto en el ambiente acuático.

[Objetivo]: Se buscó comparar el efecto toxicológico de los detergentes, sobre alevines de Paco, Gamitana y Trucha Arco Iris según las investigaciones de León (2006), García & Pezo (2011).

[Metodología]: Se utilizó fichas de recolección de datos (matrices comparativas), lo cual, nos permitió comparar dichas investigaciones (metodologías aplicadas, resultados obtenidos, etc); para la interpretación y análisis de resultados mediante técnicas analíticas descriptivas con ayuda de investigaciones similares.

[Resultados]: León (2006), muestra que, Trucha Arco Iris obtuvo CL50 a 96 h exposición de 13.86 mg/L para AASS, asimismo, comparando con (García & Pezo, 2011), se coincide respecto a la concentración de toxicidad, ya que, en Paco, la CL50 fue de 18.1 mg/L y para Gamitana, la CL50 fue de 4.8 mg/L, ambos expuestos al AASS; dichos resultados están dentro del rango <20 mg/L.

[Conclusiones]: El efecto nocivo de los detergentes que contienen como surfactante principal AASS son extremadamente tóxicos para los peces, especialmente en sus fases juveniles, incluso en concentraciones bajas (entre 0.4 y 40 mg/L) pueden inducir varios efectos toxicológicos y degradación histológica, esto dependen del período de exposición y concentración del tóxico. Asimismo, la *C. macropomum* Gamitana se puede considerar una especie bio-indicadora de calidad por su sensibilidad a las bajas concentraciones de surfactante.

**Palabras claves:** Bioensayos; Probit; Sensibilidad; Surfactante; Toxicología.

## Abstract

[Introduction]: One of the main problems in studying the impact of detergents on the environment is their monitoring. Therefore, the use of bioassays is a useful and simple tool to measure their possible impact on the aquatic environment. [Objective]: We sought to compare the toxicological effect of detergents on fry from Paco, Gamitana and Rainbow Trout according to the investigations of León (2006), García & Pezo (2011).

[Methodology]: Data collection sheets (comparative matrices) were used, which allowed us to compare said investigations (applied methodologies, results obtained, etc.); for the interpretation and analysis of results using descriptive analytical techniques with the help of similar research.

[Results]: León (2006), shows that Rainbow Trout obtained LC50 at 96 h exposure of 13.86 mg/L for AASS, also, comparing with (García & Pezo, 2011), there is agreement regarding the toxicity concentration, since, in Paco, the LC50 was 18.1 mg / L and for Gamitana, the LC50 was 4.8 mg/L, both exposed to AASS; These results are within the range <20 mg/l.

[Conclusions]: The harmful effect of detergents containing AASS as the main surfactant are extremely toxic to fish, especially in their juvenile phases, even in low concentrations (between 0.4 and 40 mg/L) they can induce various toxicological effects and histological degradation This depends on the period of exposure and concentration of the toxic. Likewise, *C. macropomum* Gamitana can be considered a quality bio-indicator species for its sensitivity to low concentrations of surfactant.

**Keywords:** Bioassays; Probit; Sensitivity; Surfactant Toxicology

## 1. Introducción

En el presente trabajo, sobre el efecto toxicológico de los detergentes se presentan los resultados de la investigación realizada en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos y la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, con el objetivo de comparar el efecto toxicológico de los detergentes, sobre los alevines de Paco, Gamitana y Trucha “Arco Iris” de las investigaciones desarrolladas por los autores León (2006), García & Pezo (2011).

La contaminación de cuerpos de agua es constante y sin control alguno; muchas de las sustancias, que en la actualidad no se consideran tóxicas (fertilizantes, pesticidas, extractos vegetales, detergentes, entre otros), son vertidas en ríos, lagos, acuíferos subterráneos entre otras fuentes hídricas, sin ningún control (Visitación & Gamboa, 2005). En los últimos años se ha procedido a la reevaluación de muchas sustancias, entre ellas los detergentes, cuyo alto índice de consumo conduce a una alta carga de contaminación en las fuentes hídricas con preocupantes consecuencias eco-toxicológicas. Vargas & Perea (2011)

Uno de los principales problemas en el estudio del impacto de los detergentes en el medio ambiente es su monitoreo, principalmente porque después de ser descargadas con las aguas residuales, a lo largo de su paso por el ambiente, es difícil encontrar traza de sus componentes en las muestras evaluadas, al ser difícil su identificación con los métodos tradicionales Mamani (2013). El empleo de los bioensayos es una herramienta útil y sencilla para medir el posible impacto en el ambiente de diferentes contaminantes. Los bioensayos se encargan de medir el efecto de los tóxicos sobre uno o varios organismos componentes del ecosistema García & Bendayan (2011)

Con el estudio comparativo de los resultados, se pretende aportar análisis técnicos que puedan ser útiles para propuestas de normas de protección en el uso de detergentes domésticos, para la conservación de fauna ictiológica y los recursos acuáticos del país. Así, la eco-toxicología contribuirá y permitirá la vigilancia y el control del uso de estos detergentes para evitar que actividades antrópicas influya negativamente en los ecosistemas acuáticos.

## **2. Materiales y Métodos**

### **2.1. Materiales**

- Laptop
- Microsoft Excel
- Celular
- Internet

### **2.2. Métodos**

Para la comparación de los resultados se consideró dos trabajos de investigación de pregrado. El primero de los cuales fue desarrollado por León (2006), cuyo objetivo fue determinar la concentración letal media (CL50) de los detergentes biodegradables basados en los surfactantes Dodecil benceno Sulfonato de Sodio y Aquil Aril Sulfonato de Sodio y la acción de los mismos a tres diferentes niveles de dureza de agua; y la segunda investigación fue desarrollada por García & Pezo (2011), cuyo objetivo fue determinar los efectos tóxicos del detergente doméstico "Magia Blanca" sobre *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropomum*, en ambientes acuáticos controlados. Además, se realizó fichas de recolección de datos (matrices comparativas), para la comparación de las metodologías y los resultados importantes de las dos investigaciones que se están consultando. Asimismo, se desarrolló una revisión sistemática de artículos científicos en bases de datos como Redalyc, Scielo, DOAJ, Dialnet, LatinDex Scopus, Google académico y repositorio de la UPeU. Asimismo, para el desarrollo de la investigación se utilizó la técnica documental, la cual nos permitió analizar las publicaciones más

actualizadas con respecto a fechas de las investigaciones, sobre la línea de investigación en estudio.

Este estudio lo podemos diagramar de la siguiente manera:

Tabla 1.  
*Diagrama del diseño de investigación descriptiva comparativa.*

	CASO 1	CASO 2
Aspecto A	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>
Aspecto B	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>
Aspecto C	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>

Fuente: Rocha (2015).

*Nota 1. La base de este diseño de investigación apunta a describir y también explicar las invariantes o similitudes de las dos tesis desarrolladas por León (2006) y García & Pezo (2011). Cabe mencionar que, se está estudiando dos ejemplares que pertenecen al mismo grupo, pero con diferentes aspectos.*

### 3. Resultados y Discusión

#### 3.1. Comparación de las metodologías de los autores

La (Tabla 2), se muestra las concentraciones de surfactantes utilizados para determinar la Concentración Letal Media (CL50) de las especies *Oncorhynchus mykiss*, *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropumum*, según las metodologías empleadas en las investigaciones de León (2006), García & Pezo (2011).

León (2006) utilizó un rango de concentraciones desde 10 hasta 18 mg/L para evaluar la CL50 de la especie *O. mykiss* (trucha arco iris) con el surfactante Alquil Aril Sulfonato de Sodio (AASS); mientras que García & Pezo (2011) consideraron concentraciones de AASS desde 2.5 hasta 20 mg/L para las especies *P. brachypomus* y *C. macropumum*.

Tabla 2.  
*Concentraciones de surfactantes para las especies en estudio*

SURFACTANTE	<i>O. MYKISS</i> (LEÓN, 2006) (mg/L)	<i>P. BRACHYPOMUS/C. MACROPUMUM</i> (GARCÍA & PEZO, 2011) (mg/L)
AASS	10	2.5
	12	5



14	10
16	20
18	-

*Nota 2. se muestra las concentraciones de surfactante Aquil Aril Sulfanato de Sodio para determinar la Concentración Letal Media en Alevines de Trucha Arco Iris, Paco y Gamitana.*

En la (Tabla 3) se muestra los diseños experimentales utilizadas por los investigadores León (2006), García & Pezo (2011). Para el surfactante AASS, León (2006) consideró un diseño experimental completamente aleatorio, es decir, 03 niveles de dureza de agua, 06 concentraciones y cuatro repeticiones, haciendo un total de 72 unidades experimentales. La unidad experimental estuvo conformada por un recipiente rectangular de vidrio de 4 L de capacidad, con 10 alevines de *O. mykiss*; se utilizó tres tipos de agua para el ensayo (blanda, semi-blanda y dura). Por otro lado, García & Pezo (2011) consideró el mismo diseño experimental, utilizando 05 concentraciones de AASS, 03 repeticiones y la capacidad de los envases rectangulares fue de 10 L. En ambos estudios los alevines tenían 30 días de nacidos y la duración del ensayo fue de 96 h.

Tabla 3.  
*Diseño experimental según las metodologías utilizadas*

DISEÑO EXPERIMENTAL	<i>O. MYKISS</i> (LEÓN, 2006)	<i>P. BRACHYPOMUS/C.</i> <i>MACROPUMUM</i> (GARCÍA & PEZO, 2011)
Nº de especímenes por Acuario	10 organismos	10 organismos
Nº de réplicas por tratamiento	04 replicas	03 replicas
Nº de especímenes por tratamiento	40 organismos	30 organismos
Nº de concentraciones de Prueba	05 concentraciones	04 concentraciones
Duración de prueba	96 horas	96 horas

*Nota 3. se muestra los diseños experimentales según los autores (León,2006) y (García y Pezo, 2011)*

### **3.2. Comparación de la CL<sub>50</sub> del AASS**

La (Figura 1), muestra la Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) de las especies *Oncorhynchus mykiss*, *Piaractus brachypomus* y *Colossoma macropumum* expuestos al

Aquil Aril Sulfanato de Sodio (AASS) durante 96 horas, según los resultados obtenidos en las investigaciones de León (2006), García & Pezo (2011).

Los resultados de la investigación realizada por León (2006), nos muestra que *Oncorhynchus mykiss* al ser expuesto al Aquil Aril Sulfanato de Sodio (AASS) presentó una Concentración Letal Media a 96 horas de exposición de 13.86 mg/L. De igual manera, dicha figura muestra los resultados de la investigación realizada por García & Pezo (2011), donde *Piaractus brachyomus*, al ser expuesto al Aquil Aril Sulfanato de Sodio (AASS) presentó una Concentración Letal Media a 96 horas de exposición de 18.1 mg/L y *Colossoma macropumum*, de 4.8 mg/L.

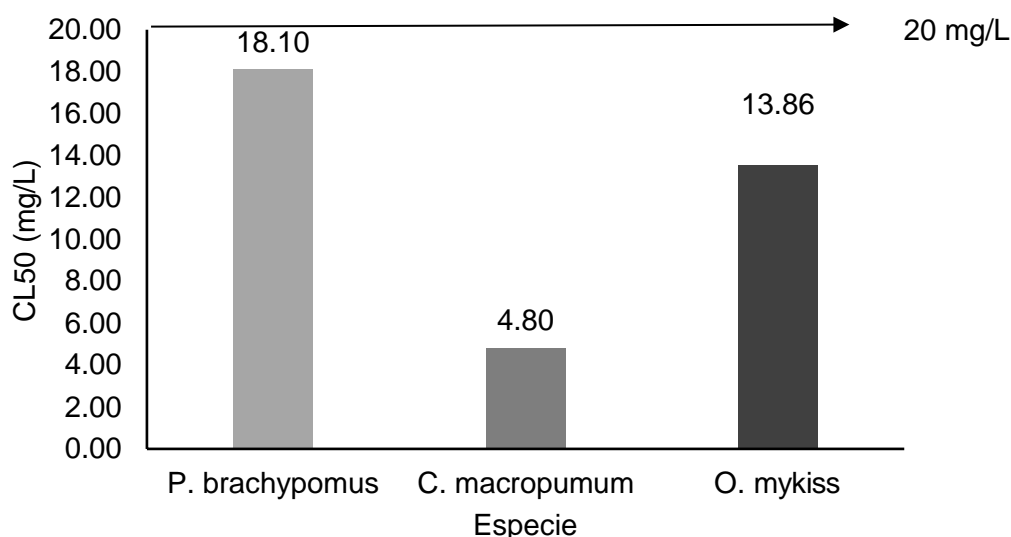


Figura 1. Comparación de la Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) del AASS

### 3.3. Comparación del porcentaje de mortalidad

En la (Tabla 4) muestra el porcentaje de mortalidad de las especies *Piaractus brachyomus* y *Colossoma macropumum*, expuestas a las concentraciones de surfactantes para determinar el CL50, según los resultados obtenidos en las investigaciones León (2006) y García & Pezo (2011). García & Pezo (2011), consideraron concentraciones de Alquil Aril Sulfonato de Sodio (AASS) desde 2.5 hasta 20 mg/L para las especies *P. brachyomus* y *C. macropumum* tras un periodo de 96 horas.

Tabla 4.  
Porcentaje de mortalidad de las especies *P. brachypomus* y *C. macropumum*

CONCENTRACIÓN DE AASS (MG/L)	<i>P. BRACHYPOMUS</i> (%)	<i>C. MACROPUMUM</i> (%)
0.0	3.3	6.7
2.5	0.0	0.0
5.0	26.7	53.3
10.0	36.7	66.7
20.0	53.3	83.3

Nota 4. Se muestra los porcentajes de mortalidad de cada especie de alevines Paco y Gamitana expuestos a concentraciones de surfactante Aquil Aril Sulfanato de Sodio

En la (Tabla 5) se muestra el porcentaje de mortalidad de la especie *O. mykiss* expuesto al surfactante Alquil Aril Sulfonato de Sodio (AASS). León (2006) utilizó un rango de concentraciones desde 10 hasta 18 mg/L para evaluar la CL50 de la especie *O. mykiss* (trucha arco iris), tras un periodo de 96 horas, el porcentaje de mayor mortalidad fue en la concentración de 18 mg/L con 100% y el menor porcentaje se observó en la concentración de 10 mg/ L con 2.5% y 0% para el surfactante AASS respectivamente.

Tabla 5.  
Porcentaje de mortalidad de las especies *O. mykiss*

CONCENTRACIÓN DE AASS (MG/L)	<i>O. MYKISS</i> (%)
10	2.5
12	25.0
14	50.0
16	87.5
18	100.0

Nota 5. Se muestra los porcentajes de mortalidad de alevines Trucha Arco Iris, expuestos a concentraciones de surfactante Aquil Aril Sulfanato de Sodio.

#### 4. Discusión

Según los resultados de León (2006), nos muestran que *Oncorhynchus mykiss*, al ser expuesto por 96 horas a los detergentes presentó un CL50 de: 13.86 mg/L para el surfactante Aquil Aril Sulfonato de Sodio, asimismo, comparando con los resultados obtenidos por García & Pezo (2011), se coincide respecto a la concentración de toxicidad, ya que, en *Piaractus brachypomus* Paco, el valor de la Concentración Letal al 50% fue de

18.1 mg/L y *Colossoma macropomum* Gamitana, el valor de la concentración Letal al 50% fue de 4.8 mg/L, ambos expuestos al surfactante Aquil Aril Sulfanato de Sodio; dichos resultados están dentro de un mismo rango (4 mg/L – 20 mg/l).

Del mismo modo, según los resultados obtenidos por León (2006), los detergentes son ligeramente más tóxicos en agua blanda (13.52 mg/L para AASS) que en agua dura (14.8 mg/L para AASS). Espina, Díaz, Rosas, & Rosas (2014), indican lo contrario en su investigación, dónde evaluaron el efecto del detergente sobre las respuestas fisiológicas de los juveniles de Carpa herbívora *C. idella*, con un periodo de evaluación de 96 horas de exposición a las diferentes concentraciones de detergente. Espina, Díaz, Rosas, & Rosas, (2014), mencionan que, según sus resultados obtenidos, la dureza del agua influye en el grado de toxicidad de los detergentes, así tanto la Carpa dorada como en la Trucha que son más susceptibles a la presencia de detergentes en aguas duras que en aguas blandas. Sin embargo, podemos concluir, que la toxicidad relacionada con la dureza depende del tipo de detergente y de la especie de prueba.

Asimismo, comparando los resultados de León (2006) y García & Pezo (2011) con la investigación desarrollada por Peraza & Delgado Blas (2012) donde realizaron la evaluación ecotoxicológica de las cuatro marcas de detergentes de tipo LAS (Roma®, Foca®, Puro-Sol® y Blanca Nieves®) en *Laeonereis culveri*, los resultados del estudio muestran que el grado de toxicidad de los detergentes va en una escala de ligeramente tóxico a moderadamente tóxico. Los valores obtenidos de las pruebas de toxicidad aguda de los cuatro detergentes muestran que, a partir de las concentraciones nominales de LAS de 9.37 ppm en el caso de Roma®, 13.75 ppm de Foca®, 9.35 ppm de Puro- Sol® y 11.5 ppm de Blanca Nieves®, se presenta más del 50 % de mortalidad. El detergente Foca® presenta el mayor porcentaje de mortalidad en comparación con los otros detergentes. Dichos resultados están dentro de un mismo rango (< 20 mg/L)

En el año 2018, Pérez evaluó la concentración Letal Media del detergente doméstico “Mundial” sobre los alevinos de *Cyprinus carpio* después de 96 horas de exposición al toxico. Y al comparar con los resultados de CL50 obtenidos por León (2006)

y García & Pezo (2011), estos muestran una diferencia comparados con los resultados de la investigación de Pérez (2018): 23,252 ppm de detergentes “Mundial” para alevinos de Carpa común.

Sin embargo, Topale, Ghaware, & Jadhao (2013) informan que, según sus resultados de investigación los químicos sintéticos que contienen surfactante son extremadamente tóxicos para los peces en concentraciones entre 0.4 y 40 mg/L. Los factores que afectan la toxicidad del surfactante incluyen la estructura molecular, la calidad del agua, la edad y las especies del pez de prueba y la concentración química.

Al comparar lo mencionado por Topale, Ghaware, & Jadhao (2013) en el párrafo anterior, con los resultados obtenidos en las investigaciones de García & Pezo (2011), León (2006), Peraza & Delgado Blas (2012) y Pérez (2018) verificamos que, dichos resultados están dentro del rango establecido (0.4 y 40 mg/L) por Topole, Ghaware, & Jadhao (2013).

Asimismo, Ogundiran, Fowole, Adewoye & Ayandiran (2010) concluyeron en su investigación para la revista de Agricultura y Biología de América del Norte - Nigeria, donde utilizaron el Bagre Africano *C. gariepinus* como organismo de estudio ante la exposición de detergentes, que, las concentraciones de detergente incluso bajas (0.003mg/L) pueden inducir varios efectos toxicológicos y degradación histológica, que dependen del período de exposición y concentración del tóxico. En vista del efecto de toxicidad, se puede inferir que la descarga indiscriminada de efluentes detergentes puede provocar daños en el tejido y el órgano, lo que puede hacer que todas las entidades vivientes en un ambiente contaminado sean vulnerables a las enfermedades y eventualmente conduzca a la muerte.

Figuroa (2016), confirma lo mencionado por Ogundiran, Fowole, Adewoye & Ayandiran (2010), puesto que, en su investigación con juveniles de Pez gato africano (*Clarias gariepinus*) a 96 horas de exposición, el valor de la prueba de toxicidad crónica fue de 0.0038 mg/L. Estos valores cayeron dentro de los rangos de concentración reportados en estudios previos de Ogundiran, Fowole, Adewoye & Ayandiran (2010). De

igual manera Hong & David (2013) menciona que, los peces, especialmente en sus fases juveniles, son extremadamente sensibles a los tensioactivos, ya que las concentraciones por debajo de 1 ppm pueden causar alteraciones en su supervivencia, conducta y tasa de crecimiento. L.S, y otros, (2017) también menciona que, la concentración de tensioactivos en las aguas es de 1 mg/L. Y en su estudio con cinco niveles de concentración en población bacteriana, la concentración más alta de surfactante fue de 0.8538 mg/L, seguida de 0.8204 mg/L y 0.7984 mg/L.

Teniendo en cuenta la investigación de Venkatesh & Ashok (2010) demostraron que, el Alquilbenceno Sulfonato lineal (LAS), es uno de los tensioactivos más comunes que induce cambios en la morfología de las branquias de los peces. Las branquias se consideran un objetivo principal para la absorción de contaminantes en el agua y, como tal, su función fisiológica es sensible a los productos químicos en el agua. El daño branquial es el efecto tóxico agudo más obvio. Asimismo, Fouwe, Ikechukwu & Okieimen (2009) mencionan en su investigación de toxicidad de dos productos químicos industriales para los organismos pelágicos acuáticos *Tilapia guineensis*, que los tensioactivos incluyendo los biodegradables, producen efectos nocivos en todo tipo de vida acuática si están presentes en cantidades suficientes, así lo confirma Pattusamy, Nandini & Bheemappa (2012) mencionando que, los detergentes pueden tener efectos venenosos en todos los tipos de vida acuática si están presentes en cantidades excesivas. Esto incluye los detergentes biodegradables.

Las altas concentraciones de tensioactivos pueden causar graves daños a las branquias, lo que puede provocar asfixia o asfixia y según Warne & AD (2014), existe la posibilidad de aumentar los posibles efectos toxicológicos en la cadena alimentaria, los estudios subagudos en peces muestran que las branquias y los músculos locomotores son los sitios más vulnerables a la toxicidad del surfactante, también los alevines son muy susceptibles a LAS, puesto que, están en las primeras etapas de desarrollo, y afecta su alimentación.

Los resultados de García & Pezo (2011), indican que la mortalidad aumentó a medida que aumentaron las concentraciones químicas, lo mismo sucede en la investigación de Priya, T & Jothi (2016) donde la mortalidad media a las 96 h de exposición a Norust CR 486 fue significativamente mayor que la de la exposición a Neatex. Priya, T & Jothi (2016), menciona que, el porcentaje medio observado de mortalidad aumentó al aumentar las concentraciones químicas se observó la influencia de la duración de la exposición.

Finalmente Rajan (2015), menciona que, los peces se usan ampliamente para evaluar la salud del ecosistema acuático y los cambios fisiológicos, sirven como biomarcadores de la contaminación ambiental, ya que, son organismos resistentes, puesto que, es capaz de tolerar tanto las aguas bien como las poco oxigenadas. Por lo tanto, se utiliza como indicadores biológicos de estudios ecotoxicológicos. También menciona, que los efluentes detergentes inducen daños severos a órganos vitales como las branquias, los riñones, el hígado, la piel, el corazón y el cerebro, etc.

## **5. Conclusiones**

El efecto nocivo de los detergentes que contienen como surfactante principal al Aquil Aril Sulfonato de Sodio (AASS) pertenecientes a los Alquilbenceno Sulfonatos Lineales (LAS) son extremadamente tóxicos para los peces, especialmente en sus fases juveniles, incluso en concentraciones bajas (entre 0.4 y 40 mg/L) pueden inducir varios efectos toxicológicos y degradación histológica, esto dependen del período de exposición y concentración del tóxico. Asimismo, pueden causar alteraciones en su supervivencia, conducta, y tasa de crecimiento y aumentar los posibles efectos toxicológicos en la cadena alimentaria. De manera interna, el surfactante AASS inducen daños severos a órganos vitales como las branquias, los riñones, el hígado, la piel, el corazón y el cerebro, etc. Teniendo en cuenta los resultados comparativos de CL50, la *C. macropomum* presentó una exposición de 4.8 mg/L, siendo la menor Concentración Letal Media entre

las tres especies de alevines evaluadas; por lo tanto, se puede considerar una especie bio-indicadora de calidad por su sensibilidad a las bajas concentraciones de surfactante.

## **6. Agradecimientos**

Gracias a nuestros padres (José Fustamante Vásquez, Rosa Margarita Carrión Huamán y Teodosia Martínez Chilón) por ser los principales promotores de nuestros sueños. De igual manera, un agradecimiento especial al Ing. Carmelino Almestar Villegas, por su asesoramiento en la elaboración del artículo y al Ing. Jhon Patrick Ríos Bartra, por su apoyo y seguimiento del artículo.

Adicionalmente, a la Revista y las personas revisoras de este manuscrito.



## 7. Referencias

- Castillo Morales, G. (2004). Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Obtenido de <https://www.idrc.ca/sites/default/files/openebooks/147-7/index.html>
- Conga Pachín, K. (2017). Efecto toxicológico agudo del cloruro de mercurio en larvas de *Rhinella spinulosa* Wiegmann. Obtenido de [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/2872/TESIS%20B819\\_Con.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/2872/TESIS%20B819_Con.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Espina, S., Diaz, F., Rosas, C., & Rosas, I. (2014). Influencia del detergente sobre el balance energético de *Ctenopharyngodon idella* a través de un bioensayo crónico. *Contam. Ambient.*
- Figuroa, A. S. (16 de octubre de 2016). Toxic effect of commercial detergents on organisms from different trophic levels. *Ecotoxicology in Tropical Regions.*
- Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - Ministerio de la Producción. (octubre de 2014). Manual de crianza de Trucha en Ambientes Convencionales. *Fondo Nacional de Desarrollo Pesquero - Ministerio de la Producción.*
- Fouwe Ogeleka, D., Ikechukwu Ezemonye, L., & E. Okieimen, F. (2009). La toxicidad de un detergente industrial sintético y la corrosión. Inhibidor para peces de agua salobre (*Tilapia*

*guineensis*). Departamento de Biología Animal y Ambiental (AEB), Universidad de Benin, Ciudad de Benin, Nigeria.

García Arévalo, J., & Pezo Bendayan, R. (2011). Efectos toxicológicos del detergente doméstico Magia Blanca, sobre las especies de peces Paco (*Piaractus brachypomus*) y Gamitana (*Colossoma macropomum*), en ambiente controlados. Iquitos-Perú, 2011". Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Geetanjali, C., & BS, J. (2013). Influencia de los detergentes del hogar en algunos parámetros bioquímicos del suero de Punctatus de Channa de peces de agua dulce. Departamento de Zoología, Universidad LN Mithila.

Hedayati, A., & Salati, A. (2016). Ensayo de toxicidad aguda de detergente en polvo en carpa plateada (*Hypophthalmichthys molitrix*), carpa común (*Cyprinus carpio*), pez dorado (*Carassius auratus*) y cucaracha (*Rutilus rutilus*). *Revista iraní de salud de los animales acuáticos*.

Hong, L., & David, J. (2013). Actividad H ATP en homogenatos crudos de peces tejido Gill: Sensibilidad del Inhibidor y Regulación Ambiental y Hormonal. Departamento de Zoología, Universidad de Columbia Británica.

Isyaku, B., & Solomon, J. (2016). Efecto del detergente sobre el crecimiento del bagre africano (*Clarias gariepinus*). *Journal of Agriculture and Food Science*, 4.

Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana. (200). Cultivo y Procesamiento de Peces Nativos: Una Propuesta Productiva para la Amazonia Peruana. 13.

Lannacone, J., Caballero, C., & Alvariño, L. (2002). Efecto del detergente domestico Alquil Aril Sulfonato de Sodio Lineal (LAS) sobre la mortalidad de tres Caracoles Dulceacuícolas en el Perú. *Ecología Aplicada*.

Lizardo Visitación, L., & Gamboa, N. (2005). Degradación fotocatalítica de detergentes

- en efluentes domésticos. *Revista de Química*.
- L.S, E., Ellizal, Nursyirwani, Feliatra, Fikar, & Tanjung. (2017). Eliminación de detergente en nuestro medio ambiente y su impacto en los microbios marinos. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- LLanos, M. A. (2006). Efecto ecotoxicológico de los detergentes biodegradables en la trucha Arco Iris *Oncorhynchus mykiss*, en el centro piscícola "El Ingenio" - Huancayo". *Universidad Nacional Mayor de San Marcos*.
- Mamani, W. R. (2013). Determinación de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>-96) y efecto histopatológico del sulfato de cobre mediante bioensayos con alevinos del carachi amarillo (*Orestias luteus*). 43-44-45.
- Miguel Antonio León Llanos. (2006). Efecto ecotoxicológico de los detergentes biodegradables en la trucha Arco Iris *Oncorhynchus mykiss*, en el centro piscícola "El Ingenio"-Huancayo".
- Ogundiran MA, Fowole, O., Adewoye, S., & Ayandiran, T. (2010). Toxicological impact of detergent effluent on juvenile of African Catfish (*Clarias gariepinus*) (Buchell 1822). *Agriculture and Biology Journal of North America*.
- Pattusamy, V., Nandini, & Bheemappa, k. (2012). Detergentes y fosfatos cloacales que ingresan al ecosistema del lago y su impacto en el medio ambiente acuático. *Revista Internacional de Investigación Avanzada*, 1(1)
- Pantoja, A. P. (2015). Concentración Letal 50 del Sulfanato de Alquilbenceno en Cadena Lineal (LAS) en larvas de *Rhamdia quelen*. *Universidad de Nariño - Facultad de Ciencias Pecuarias*.
- Peraza, R. G., & Delgado Blas, V. H. (2012). Determinación de la Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) de cuatro detergentes domésticos biodegradables en *Laeonereis culveri*. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*.
- Pérez, D. E. (2018). Bioensayo agudo con detergente doméstico "Mundial" (LAS) en

- alevinos de *Carpa Cyprinus Carpio*. *Universidad Nacional Federico Villareal*.
- Priya, R., T, S., & Jothi, N. (2016). Efficacy of detergent on hepatocyte morphological changes in fish, *Tilapia Mossambica*. *Journal of Entomology and Zoology Studies*.
- Rajan, D. S. (2015). Una evaluación del efecto de un detergente disuelto tasa de consumo de oxígeno de *Anabas testudineus*. *Revista Internacional de Pesca y Estudios Acuáticos*.
- Torres, R., & Calva, L. (2018). Los detergentes en los sistemas marinos. *Laboratorio de Ecosistemas Costeros*, 9-10.
- Topale, P., Ghaware, A., & Jadhao, R. (2013). Effect of Detergent Tide on *Paratelphusa Jacquemontiil (Rathbun)* Freshwater Crab from Vidarbha Region. *Science & Engineering*.
- Vargas Povera, A., & Perea Mosquera, Y. A. (2011). Determinación de la Concentración Letal Media de Bario E Hidróxido de Sodio, mediante bioensayos de toxicidad en un ecosistema, sobre *Daphnia magna*. *Universidad del Salle*. Obtenido de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14893/T41.11%20V426d.pdf?sequence=1>
- Venkatesh, C., & Ashok, K. (2010). Toxicidad del Sulfato de Sodio en peces y animales. *Escuela de Biotecnología, Universidad Hindú Banaras*, 1(2).
- Warne, S., & AD, S. (2014). Toxicidad de los componentes del detergente para la ropa en un *clorocerano* de agua dulce y su contribución a la toxicidad del detergente. *Ecotoxicología y Seguridad Ambiental*.

