



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
FEDERICO VILLARREAL**

**VICERRECTORADO DE  
INVESTIGACION**

**Facultad de Oceanografía, Pesquería,  
Ciencias Alimentarias y Acuicultura  
Escuela Profesional de Ingeniería en Acuicultura**

**BIOENSAYO AGUDO CON DETERGENTE DOMESTICO “MUNDIAL” (LAS)  
EN ALEVINOS DE CARPA *Cyprinus Carpio*(LINNAEUS, 1758)**

**Tesis para optar al Título Profesional de Ingeniero Pesquero Acuicultor**

**AUTOR:**

**Berrocal Pérez, Diego Edson**

**ASESOR:**

**Dr. Zambrano Cabanillas, Abel Walter**

**JURADO:**

**Dr. Moreno Garro, Víctor Raúl**

**Ing. Hinojosa Blanco, Ignacio Leónidas**

**Ing. Tello Alva, Gaspar Guillermo**

**Ing. Mogollón Ávila, Santos Valentín**

**LIMA-PERU**

**2018**

## **DEDICATORIA**

Dedico esta tesis a mis padres: Manuel Berrocal Espíritu y Katalina Pérez Soyer por brindarme todo el apoyo en mi vida universitaria, por sus valores, por la educación, por la motivación a ser una persona de bien y a todo el cariño que me dieron.

### **AGRADECIMIENTOS**

A mis amigos, familiares pero sobre todo a mi amiga Mey lin Lau Corales que con su ayuda me ha motivado y apoyado en todo momento durante la realización del presente trabajo, en especial al Dr. Abel Walter Zambrano Cabanillas, asesor de esta investigación, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma.

## RESUMEN

El detergente mundial viene en la presentación de un paquete de 80 gramos. Los componentes principales son Dodecílbenzeno sulfato de sodio, Tripolifosfato de sodio, Silicato de sodio, Carbonato de sodio, Sulfato de sodio, AEO-9(Non-Ionic), Celulosa modificada, Sulfato manganoso, Aquil dimetil cloruro de amonio, Acido graso saponificado, Aquil etoxi sulfato, Perborato, Diamida, Polimeros, Abrillantador óptico, Enzimas y perfumes, Se considero una solución madre al 0,09% con 1g del detergente domestico “Mundial” en 1litro de agua desionizada.

Se evaluó la concentración media letal del detergente domestico “Mundial” sobre los alevinos de *Cyprinus carpio* después de 96 horas de exposición al toxico, los alevinos de carpas se consiguieron de un criadero del distrito de comas, el bioensayo se realizó en una vivienda, ubicada en el distrito de Puente Piedra, el área fue implementado por el tesista (4m de ancho con 6m de largo), de la misma forma que el laboratorio de Toxicología de la FOPCAA , la cuarentena duro 15 días y no se reportó mortalidad ,se realizo la biometría obteniendo una talla promedio de 2,5cm de longitud y 2,0g de peso promedio, se inició con un bioensayo preliminar para así obtener los intervalos de las concentraciones en que se trabajara para el bioensayo agudo, se trabajó con 10 alevinos por acuario para 6 pruebas (1 control y 5 concentraciones) para el bioensayo agudo se realizaron 3 repeticiones, los parámetros medidos durante los bioensayos fue pH (mínimo 7,9 – máximo 8,3), temperatura (mínimo 20°C – máximo 29°C) y OD (mínimo 6,0 mg/l – máximo 6,5 mg/l).La  $LC_{50}$  en la carpa común utilizando el detergente domestico mundial fue de 23,252 ppm , demostrando que a esta concentración se produce la mortalidad de la mitad de la población expuesta.

Palabras clave: Bioensayo agudo, Concentración media metal( $LC_{50}$ ), carpa común,LAS

## SUMMARY

The global detergent comes in the presentation of a package of 80 grams. The main components are sodium dodecylbenzene sulfate, sodium tripolyphosphate, sodium silicate, sodium carbonate, sodium sulfate, AEO-9 (Non-ionic), modified cellulose, sulphate mangis, ammonium chloride dimethyl ammonium, saponified fatty acid, Aquil ethoxy sulphate, Perborate, Diamide, Polymers, Optical brightener, Enzymes and perfumes, It was considered a 0.09% stock solution with 1g of the "World" domestic detergent in 1 liter of deionized water.

The average lethal concentration of the "World" domestic detergent was evaluated on the fry of *Cyprinus carpio* after 96 hours of exposure to the toxic, the carp fingerlings were obtained from a hatchery in the comas district, the bioassay was carried out in a house, located in the district of Puente Piedra, the area was implemented by the thesis student (4m wide with 6m long), in the same way as the Toxicology laboratory of the FOPCAA, the quarantine lasted 15 days and no mortality was reported. the biometry obtaining an average size of 2.5cm in length and 2.0g of average weight, started with a preliminary bioassay to obtain the intervals of the concentrations that were worked for the acute bioassay, worked with 10 fingerlings per aquarium for 6 tests (1 control and 5 concentrations) for the acute bioassay 3 replications were performed, the parameters measured during the bioassays was pH (minimum 7.9 - maximum 8.3), temperatur a (minimum 20 ° C - maximum 29 ° C) and OD (minimum 6.0 mg / l - maximum 6.5 mg / l). The LC50 in common carp using the global household detergent was 23.252 ppm, demonstrating that at this concentration the mortality of half of the exposed population occurs.

Keywords: Acute bioassay, Middle metal concentration (LC50), common carp, LAS

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	4
ABSTRACT.....	5
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
INTRODUCCIÓN.....	13
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>15</b>
1.1 Antecedentes.....	15
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>19</b>
2.1 Características de la carpa.....	19
2.1.1 Taxonomía.....	19
2.1.2 Distribución geográfica.....	19
2.1.3 Aspecto ecológico.....	20
2.1.4 Morfología.....	20
2.1.5 Alimentación.....	21
2.1.6 Condiciones fisicoquímicas del agua para el cultivo de carpa.....	21
2.2 Contaminación.....	23
2.2.1 Contaminación química.....	23

2.2.2 Contaminación inorgánica.....	23
2.2.3 Contaminantes orgánicos.....	24
2.2.4 Efectos de la contaminación en la acuicultura .....	24
2.3 Sulfonato Alquilbenceno Lineal(LAS).....	25
2.3.1 Historia y desarrollo .....	25
2.3.2 Síntesis.....	25
2.3.3 Propiedades fisicoquímicas .....	26
2.3.4 Consumo de LAS .....	27
2.3.5 Aplicaciones .....	28
2.3.6 Ventajas.....	29
2.3.7 Comportamiento medio ambiental .....	30
2.4 Bioensayo .....	30
2.4.1 Clasificación de bioensayos .....	31
2.4.1.1 Bioensayos de respuesta directa.....	31
2.4.1.2 Bioensayos de respuesta indirecta.....	32
2.5 Marco conceptual .....	33
2.6 Hipótesis central .....	35
<b>CAPÍTULO III MÉTODO .....</b>	<b>36</b>
3. Materiales y Método.....	36
3.1 Materiales .....	36
3.2 Equipos .....	37

3.3 Reactivos .....	37
3.4 Metodo.....	37
3.5 Procedimiento.....	39
3.5.1 Acondicionamiento.....	39
3.5.2 Recolección de las carpas y transporte.....	41
3.5.3 Cuarentena.....	42
3.5.4 Infraestructura para bioensayo .....	44
3.5.4.1 Armado de andamido .....	44
3.5.4.2 Armado de acuarios .....	45
3.5.4.3 Aireacion.....	48
3.5.5 Preparación del contaminante.....	49
3.5.6 Bioensayo preliminar.....	52
3.5.6.1 Acondicionamiento .....	52
3.5.6.2 Diseño Experimental.....	54
3.5.7 Bioensayo agudo .....	59
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS.....</b>	<b>61</b>
4. Resultados.....	61
4.1 Preliminar .....	61
4.2 Bioensayo agudo.....	62
4.3 Estimación de la concentracion media letal .....	67
4.4 Efectos del contaminante.....	68
<b>CAPÍTULO V DISCUSIONES Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>73</b>



5.1 Discusiones.....	73
5.2 Conclusiones.....	75
6. Referencias Bibliograficas.....	76
7. Anexos .....	82

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> LC <sub>50</sub> con LAS en diferentes especies.....	18
<b>Tabla 2</b> Características del bioensayo preliminar.....	58
<b>Tabla 3</b> Resultados del bioensayo preliminar.....	65
<b>Tabla 4</b> Resultados del bioensayo agudo.....	62
<b>Tabla 5</b> Resultados de pH del bioensayo agudo.....	62
<b>Tabla 6</b> Resultados de temperatura del bioensayo agudo.....	63
<b>Tabla 7</b> Resultados de oxígeno disuelto del bioensayo agudo.....	63
<b>Tabla 8</b> Resultados de mortalidad del primer bioensayo agudo.....	63
<b>Tabla 9</b> Resultados de mortalidad del primer bioensayo agudo.....	64
<b>Tabla 10</b> Resultados de mortalidad del primer bioensayo agudo.....	64
<b>Tabla 11</b> Estimación de valores de concentración letal y límites de confianza.....	67

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Características externas de la morfología de una carpa .....	20
Figura 2. Ciclo de producción de <i>Cyprinus carpio</i> .....	22
Figura 3. Consumo mundial de tensioactivos por regiones .....	27
Figura 4. Aplicaciones de tensioactivos LAS en detergentes. ....	28
Figura 5. Armado de base para acuario de aclimataciones y acuarios. ....	39
Figura 6. Llenados de acuarios de cuarentena .....	39
Figura 7. Decoloración del agua .....	40
Figura 8. Medición de pH .....	40
Figura 9. Medición de temperatura .....	41
Figura 10. Recolección de las carpas .....	41
Figura 11. Introducción de las bolsas de alevinos en los acuarios. ....	42
Figura 12. Toma de temperatura (esperar aproximadamente 2 horas hasta que la temperatura del medio se iguale al del acuario) .....	43
Figura 13. Liberación de las carpas al acuario. ....	43
Figura 14. Construcción del andamio .....	44
Figura 15. Armado del andamio. ....	44
Figura 16. Armado de acuarios .....	45
Figura 17. Instalando el sistema de aireación .....	48
Figura 18. Sistema de aireación .....	48
Figura 19. Detergente mundial .....	49
Figura 20. Pesado de 1 gr de detergente mundial .....	49
Figura 21. Disolución de la muestra con agua desionizada .....	50
Figura 22. Homogenizando la muestra de detergente mundial. ....	50
Figura 23. Solución de detergente mundial. ....	51

Figura 24. Materiales y reactivos utilizados en la preparacion del contaminante.....	51
Figura 25. Ubicación de los acuarios.....	52
Figura 26. Llenado de acuarios.....	52
Figura 27. Decloración de los acuarios. ....	53
Figura 28. Regulacion de flujo de los acuarios. ....	53
Figura 29. Extraccion de agua de los acuarios. ....	56
Figura 30. Selección de los alevinos de carpa.....	56
Figura 31. Introducción de las carpas.....	57
Figura 32. Suministrando el contaminante.....	57
Figura 33. Mortalidad(%) a las 96 horas de exposicion.....	61
Figura 34. Porcentaje de mortalidad del bioensayo agudo durante 2 horas..	64
Figura 35. Porcentaje de mortalidad del bioensayo agudo durante 4 horas..	65
Figura 36. Porcentaje de mortalidad del bioensayo agudo durante 8 horas..	65
Figura 37. Porcentaje de mortalidad del bioensayo agudo durante 96 horas. ....	66
Figura 38. Carpas con branquias expuestas.....	68
Figura 39. Vientre hinchado en la zona ventral.....	69
Figura 40. Carpas boquenado por hipozia.....	69
Figura 41. Carpa nadando a la superficie y otro de forma horizontal. ....	70
Figura 42. Carpa nadando en el fondo del acuario.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 70
Figura 43. Carpas muertas en la superficie del acuario.....	71
Figura 44. Carpas con extres nadando de forma inclinada y movimiento oscilatorio....	71
Figura 45. Vejiga nataroria hinchada. ....	72
Figura 46. Blanqueamiento de las branquias.....	72

## INTRODUCCIÓN

Según (Zambrano, 1983) Los ensayos son pruebas para hallar el grado de toxicidad de sustancias en un determinado medio. Los bioensayos ayudan también a complementar resultados de los parámetros fisicoquímicos y permiten tener una visión global del grado de contaminación.

Los detergentes extensamente son usados en el cuidado diario personal y productos de casa así como en una variedad de usos industriales. El agua residual es comúnmente descargado en cantidades grandes (se estima que 2,59 millones de m<sup>3</sup>), a plantas de tratamiento de aguas residuales, o directamente al entorno acuático en áreas donde no hay ningún tratamiento de aguas residuales (PROFEPA, 2002; Mí-Hui, 2008)

La información obtenida durante las últimas décadas acerca del daño que producen los detergentes sobre los organismos acuáticos, señala que estos contaminantes pueden actuar en forma directa o indirecta. Actúan de manera indirecta al alterar el medio acuático, en el cual provocan disminución del oxígeno disuelto, dificultan los procesos de floculación y decrece la tensión superficial. Directamente aumentan la permeabilidad de las branquias de organismos como los peces, alterando sus procesos respiratorios (Cabridenc, 1979; Katz, 1979 & Mason 1981).

Las altas concentraciones de estos productos causan cambios del comportamiento de los peces que produce movimientos erráticos, espasmos musculares y la torsión de cuerpo (Argese et al., 1994; Cserhati et al., 2002).

Según la ANA (2014), en el río Lurín las concentraciones de detergentes anionicos fueron <0,025ppm.

Una concentración de 0.078 ppm de detergente anionicos en el rio Otuzco y en el rio Moche una concentración de <0,025ppm según ANA (2014).

Según ANA (2013), los ríos Peleagato, Pampas, Conchucos, Piscochaca, Huandoval, Tablachaca y Cabana la concentración de detergentes anionicos es <0,025 ppm, en el rio Patarata la concentración de detergentes anionicos es 2,379 ppm encontrándose por encima de lo establecido en el D.S. 004-2017 – MINAM categoría 3, para Ríos de Riego y bebida de animales, para el rio Santa el cual abastece un criadero de carpas la concentración de detergentes es <0,025 mg/L.

El objetivo de este proyecto fue evaluar el efecto toxico del detergente doméstico “Mundial” (LAS) expuesta a los alevinos de carpa común durante 96 horas de exposición, con el fin de determinar la  $LC_{50}$ , además de observar la reacción y comportamiento de los alevinos durante la exposición al contaminante.

## CAPÍTULO I

### 1.1 ANTECEDENTES

Su historia se remonta a finales del siglo XIX con la introducción de las primeras especies originarias de Asia: *Cyprinus Carpio* y *Carassius auratus*. La rápida adaptación de estos peces a las condiciones del medio favoreció su reproducción en los lagos y presas de la meseta central (Arredondo & Juárez, 1986).

La carpa ha sido empleada como bioindicador de contaminación por metales pesados y pesticidas debido a su alta resistencia a las enfermedades y otras causas que debilitan a los peces en general (Satyanarayan et al., 2004), por ejemplo el Sulfato de Cobre en alevinos de carpa (Valverde, 2015).

León (2006), estudio el efecto ecotoxicológico, en tres niveles de dureza total de agua, del dodecil benceno sulfonato de sodio (DBSS) y del alquil aril sulfonato de sodio (AASS) de dos detergentes comerciales biodegradables en la trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), reportándose el valor de la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) a 96 horas de exposición fue en promedio de 13,91 mg/l y 13,86 mg/l para DBSS y AASS respectivamente.

Peraza & Delgado (2012), evaluaron la toxicidad de cuatro formulaciones de detergentes domésticos biodegradables (Roma, Foca, Puro-Sol y Blanca Nieves) en *Laonereis Culveri*, con una solución madre al 3% (3g en 1000 ml) reportándose los valores de la concentración letal medio ( $CL_{50}$ ) a 48 horas de exposición Foca(12,88ppm), Blanca Nieves, (13,03ppm), Roma(13,48ppm), y Puro-Sol(14,12ppm).

Jiménez, Valero & Mendoza (2011), evaluaron el efecto tóxico de cuatro detergentes usando postlarvas de *Macrobachium tenellum*. Reportando los valores de la  $CL_{50}$  a las 24 horas de exposición de Ace, Foca, Ariel y Roma fueron de 1ppm, 10ppm, 103ppm y 209ppm respectivamente.

García & Pezo (2011), evaluaron los efectos tóxicos del detergente doméstico “Magia Blanca” sobre las especies Paco y Gamitana. Reportaron que la concentración letal media ( $CL_{50}$ ) a las 96 horas fue de paco 18,1mg/l de LAS y para la Gamitana 4,8 mg/l de LAS, existiendo diferencia significativa entre el porcentaje de mortalidad del detergente evaluado en las dos especies de peces empleados. Cabe mencionar que la muerte de los peces se dio por acción directa del detergente ocasionando agresividad en el comportamiento y por ende canibalismo.

La introducción de trazas de detergentes en ríos, lagos y embalses puede ser asimilada y acumulada por los organismos acuáticos residentes (Walker et al., 1996), convirtiendo a los detergentes en una de las fuentes de contaminación más agresivas de nuestros días (Álvarez et al., 1999).

Los detergentes están constituidos por tensoactivos de origen natural y/o sintético, agente reforzador, inhibidores de corrosión, agentes auxiliares, blanqueadores y perfumes. De todos los ingredientes los surfactantes y los agentes reforzadores con polifosfatos son los más peligrosos, los primeros por ser altamente tóxicos para organismos acuáticos (Pettersson et al., 2000)



Los detergentes ocasionan varios impactos sobre el ambiente como es la eutrofización, debido a los altos niveles de fósforo procedentes del tripolifosfato, principal ingrediente de las formulaciones detergentes. Además, pueden aumentar los niveles de cloro y de compuestos organoclorados; algunos posiblemente de carácter tóxico y carcinógeno (Lechuga, 2005).

La biodegradabilidad de los detergentes domésticos es muy variable (Temara et al. 2001), ya que depende de la estructura química del ingrediente activo. Los detergentes fabricados con LAS (Ver Anexo 1) son biodegradables en condiciones aeróbicas pero resistentes en condiciones anaeróbicas.

Los productos de limpieza y sus ingredientes son tóxicos para la vida acuática en concentraciones de 0,07 a 35,4 mg / L. Tensioactivos aniónicos y los agentes blanqueadores tienen efectos tóxicos en concentraciones alrededor de  $0.0025 \pm 300$  mg / L a  $0.3 \pm 200$  mg / L y  $5 \pm 9$  mg / L a  $4.6 \pm 226$  mg / L, respectivamente (Ankley & Burkhard, 1992).

Según la ANA (2013), en los ríos Pucayacu, Paton, Huaura, Mayopungo, Checras (Salida de Piscigranja Wilkay, Piscigranja San Cristobal, Piscigranja Carpagirca, Piscigranja Vilagio y Piscigranja El Fundo), río Huanangue, Huaycho y Huaura la concentración de Detergentes anionicos es  $<0,025$ mg/L, encontrándose dentro de lo establecido en la normativa ambiental.

Según la ANA (2013), en la evaluación realizada sobre calidad de ríos en la cuenca alto Chicama en los ríos Caballo Moro, El Bado, Miraflores, Chuyugual, Quishuar y

Vizcacha la concentración de Detergentes anionicos es <0,025mg/L, encontrándose dentro de lo establecido en la normativa ambiental.

**Tabla 1**

*CL<sub>50</sub> con LAS en diferentes especies*

	Organismo Biológico	Tiempo de exposición	CL <sub>50</sub> (mg/L)	Referencia
Algas	Selenastrum capricomutun	72	48	Verge et al, 1996
	Navicula pelliculosa	96	1,4	Lewis and Hamm, 1995
	Microcystis aeruginosa	96	0,9	Lewis and Hamm, 1995
Invertebrados	Daphnia	48	4	Pettersson et al, 2000
	Heleobia cumingii	48	82,93	Lannacone et al, 2002
	Melanoides tuberculata	48	201,97	Lannacone et al, 2002
	Physa venustula	48	71,47	Lannacone et al, 2002
Peces	Poecilia vivipara	24	175	Malagrino & Almeida, 1987
	Poecilia reticulata	24	180	Malagrino & Almeida, 1987
	Oreochromis niloticus	96	9,77	Anunobi et al, 2002
	Oncorhynchus mykiss	96	6,6	Buhl & Hamilton, 2000
	Oreochromis niloticus	96	11,4	Razmah & Salmiya, 2004
	Pimephales promelas	96	12,3	Razmah & Salmiya, 2004
	Carassius auratus	96	9,2	Razmah & Salmiya, 2004
	Brachydanio rerio	96	7,8	Razmah & Salmiya, 2004

Fuente: León, 2006.

## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

### 2.1 Características de la Carpa Común

#### 2.1.1 Taxonomía

Reino	: Animalia
Filo	: Chordata
Subfilo	: Vertebrata
Superclase	: Osteichthyes
Clase	: Actinopterygii
Subclase	: Neopterygii
Orden	: Cypriniformes
Superfamilia	: Cyprinoidea
Familia	: Cyprinidae
Género	: Cyprinus
Especie	: Cyprinus carpio (Linnaeus, 1758)

#### 2.1.2 Distribución geográfica

Originaria de Eurasia se extiende de forma natural desde el oeste de Europa hasta China y Sur Este de Asia y desde Siberia hasta el mediterráneo y la India. Es seguramente uno de los peces más extendido por la acción del hombre. Está presente en más de sesenta países diferentes de los cinco continentes.

Se dice que fue introducida en la mayor parte de Europa, desde una población procedente del Danubio, en tiempo de los romanos, y en España, durante la dinastía de los Hausburgo (Lozano- Rey, 1935).

### 2.1.3 Aspecto Ecológico

Tiene hábitos bentónicos y pelágicos de agua dulce, toleran una amplia variedad de condiciones, pero se ven favorecidas por cuerpos de agua con corrientes lentas o quietas y con un fondo lodoso (Yilmaz et al. 2005; FAO 2010).

Las que habitan en estanques se alimentan de organismos del bentos y cuando estos están escasos pueden alimentarse del zooplancton de la superficie del agua (Billard, 1999).

Los Ciprínidos no tienen dientes en las mandíbulas pero algunas especies como *Cyprinus carpio* poseen dientes en la faringe (Billard, 1999).

### 2.1.4 Morfología

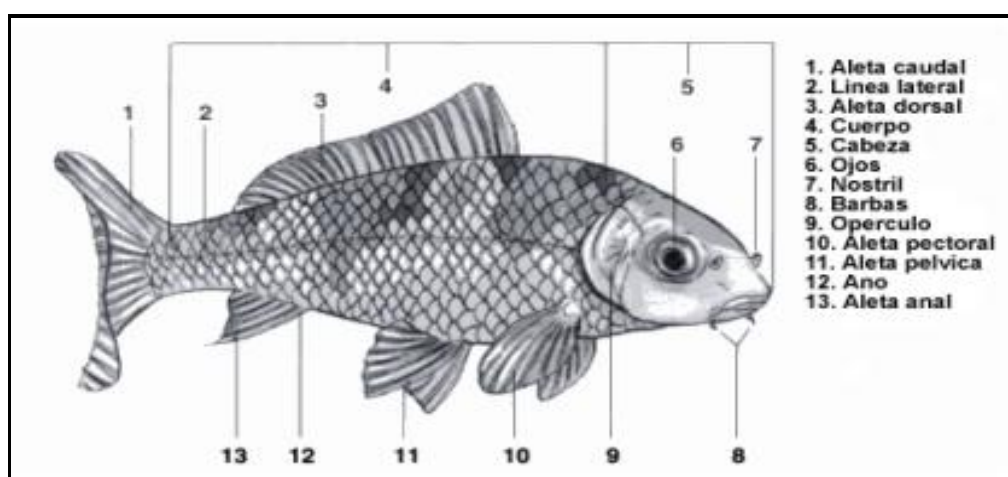


Figura 1. Características externas de la morfología de una carpa.

Fuente: Blasiola & Bridges, 2005

En la aleta dorsal posee 3 a 4 espinas, 17 a 23 radios; en la aleta anal 2 a 3 espinas, 5 a 6 radios; aleta caudal 3 espinas, 17 a 19 radios; 36 a 37 vertebras; 4 barbas, escamas largas y gruesas. Son muy variadas en forma, tipos de escama, desarrollo de aletas y color (Fishbase, 2009).

### **2.1.5 Alimentación**

Al ser una especie omnívora su dieta se compone principalmente de plantas acuáticas, insectos, pequeños crustáceos.etc.

Tiene la costumbre de alimentarse de huevos de otros peces y carroña.

### **2.1.6 Condiciones físico – químicas del agua para el cultivo de carpa**

La Carpa común tiene una gran capacidad de adaptación y tolera un amplio rango de condiciones ambientales (Billard, 1999 & Chatterjee et al. 2004), los cuales se enumeran a continuación:

- Temperatura: tolerancia 8° a 39° C, óptimo 25° a 30° C
- pH: tolerancia 5 a 9, optimo 6 a 8
- Dureza: >100 mg/l
- Alcalinidad: 50 a 300 mg/l
- Oxígeno: > 3 a 5 mg/l
- Amonio (TAN): < 2,2 mg/l.
- Nitrito: < 0,1 mg/l
- Nitrato: <400 mg/L

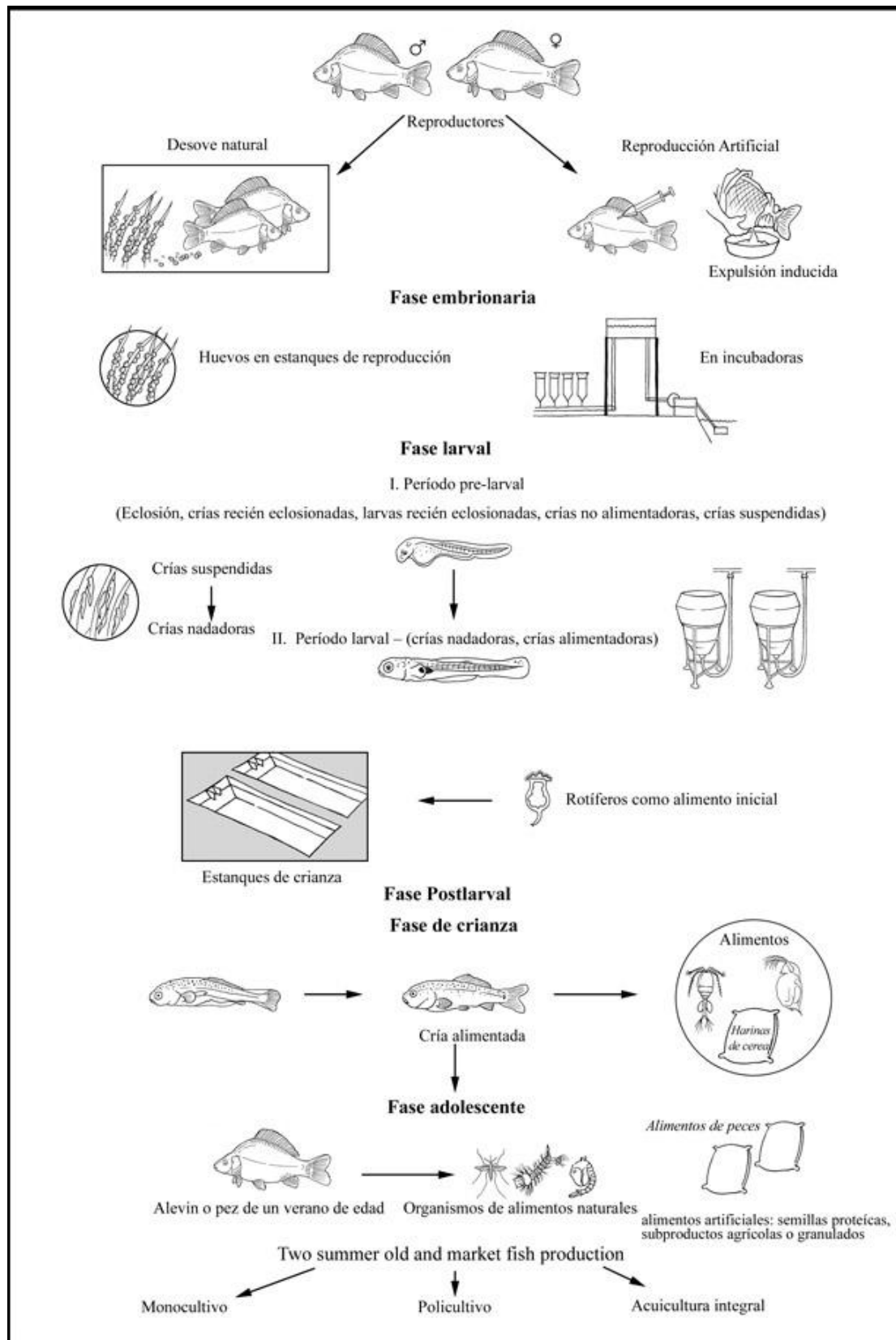


Figura 2. Ciclo de Producción de *Cyprinus carpio*.

Fuente: FAO, 2010

## 2.2 Contaminación

Es la presencia en el ambiente de cualquier agente químico, físico o biológico, los cuales son peligrosos para la salud de la población, flora y fauna.

Cuando estos contaminantes se degradan producen daños en el ser humano y logra alterar las condiciones de supervivencia de la flora y fauna afectado.

### 2.2.1 Contaminación química

·  
**La biodegradabilidad** es el tiempo del contaminante en el medio donde se encuentra y los efectos que producen en las especies afectadas. (Molina 2005, citado por Lau, 2018).

**La bioacumulación** es la retención progresiva del contaminante en los tejidos de los organismos afectados durante un periodo de su vida (Camacho & Ariosa, 2000)

**La toxicidad** que provocan los efectos tóxicos los cuales producen daños biológicos o muerte en caso de exposición al contaminante (Camacho & Ariosa, 2000)

### 2.2.2 Contaminantes Inorgánicos

En su mayoría son metales pesados los cuales son; cadmio, plomo. Mercurio, cobre y zinc, Estos metales se encuentran introducidos en el medio acuático por el proceso de erosión del suelo, debido a los vertimientos industriales y la toxicidad de estos depende de su estado oxidación-reducción. (Valverde, 2015 , Citado por Lau, 2018).

### 2.2.3 Contaminantes Orgánicos

**Hidrocarburos:** Compuestos formados por hidrogeno y carbono en diversas combinaciones que se encuentran presentes en los productos derivados del petróleo y gas natural (Camacho & Ariosa, 2000).

**Insecticidas:** Tales como el DDT son muy peligrosos porque se acumulan en los tejidos grasos de los animales inferiores y se introducen en la cadena alimenticia.

**Detergentes:** Pueden ser polares como apolares.

### 2.2.4 Efectos de la contaminación en la acuicultura

- El cultivo intensivo de peces en espacios confinados como en el caso de las jaulas flotantes causan en su mayoría floraciones de microalgas las cuales pueden ser peligrosas para la especie.
- Altera los parámetros del agua como son el PH, temperatura, OD, etc , de esta manera causa la proliferación de las algas, poniendo en peligro la especie cultivada(Valverde, 2015)
- Como consecuencia de la exposición a ciertas sustancias estas se almacenan en los tejidos grasos como musculo, hígado, bilis, pueden biotransformarse en moléculas más reactivas ocasionando una cascada de reacciones que producen efectos toxicológicos, mutagénicos o carcinogénicos.



## **2.3 Sulfonato de Alquilbenceno Lineal (LAS)**

### **2.3.1 Historia y Desarrollo**

La historia de la fabricación de los sulfonatos de alquilbenceno se inicia en los años 1950 con la producción de compuestos de alquilbenceno ramificados (BAB, del inglés Branched Alkyl Benzenes). Tras someterse a sulfonación, se obtuvieron los sulfonatos de alquilbenceno ramificados (BABS o Branched Alkyl Benzenes Sulfonates), buenos detergentes pero poco biodegradables por lo que resultaban contaminantes. El primer alquilbenceno se produjo por monocloración de parafina (Kogasin) seguida por una reacción de Friedel-Crafts, la sulfonación con ácido sulfúrico fumante y finalizando con la neutralización con hidróxido de sodio para la formación de la respectiva sal sódica.

A principios de los 60, se inicia la producción de compuestos de alquilbenceno lineales (LAB, del inglés Linear Alkyl Benzenes) y posteriormente sus derivados sulfonados, los sulfonatos de alquilbenceno lineales (LAS o LABS o Linear Alkyl Benzenes Sulfonates), buenos detergentes que eran además muy biodegradables.

### **2.3.2 Síntesis**

La síntesis del LAS comprende de tres pasos fundamentales: la obtención de parafina, la síntesis del alquilbenceno lineal (LAS) y la sulfonación posterior de este originando, finalmente, el sulfonato alquilbenceno lineal (Nimer, 2007)

### 2.3.3 Propiedades Fisicoquímicas

Según (Nimer, 2007) las propiedades son:

Peso Molecular: Considerando la fórmula molecular media de los diferentes homólogos existentes el peso molecular es 342,4 g/mol

Presión de vapor a 25°C: Este valor varía entre  $(3 \text{ y } 7)/10^{23}$  Pa. Este parámetro se refiere al homólogo C<sub>12</sub>.

Punto de fusión: La mezcla final de Las funde a 277°C.

Punto de ebullición: 637°C.

Densidad: La pasta de ácido sulfónico posee una densidad de 1,06 Kg/L.

Viscosidad: El valor de este parámetro es similar para todos los ácidos sulfónicos que componen el LAS, oscilando sobre los 1000 centipoises a 25°C.

Solubilidad en agua: 250 g/L. Esta propiedad varía dependiendo de la longitud de la cadena alquílica y del proceso de fabricación.

### 2.3.4 Consumo de LAS

El consumo mundial de LAS en el año 2005 fue de 2.5 millones de toneladas, habiendo una proyección de consumo de cerca de 3, millones de toneladas para el año 2010, cifras que ponen de manifiesto que el LAS es uno de los tensioactivos mas utilizado en el mercado mundial de detergentes, después del jabón (Nimer, 2007).

En cuanto al consumo total en Europa Occidental, fue calculado un valor de 360 Kton en el año 2005

En el siguiente diagrama se puede observar la distribución del consumo mundial total de tensioactivos en los diferentes continentes (Ver Figura 3)

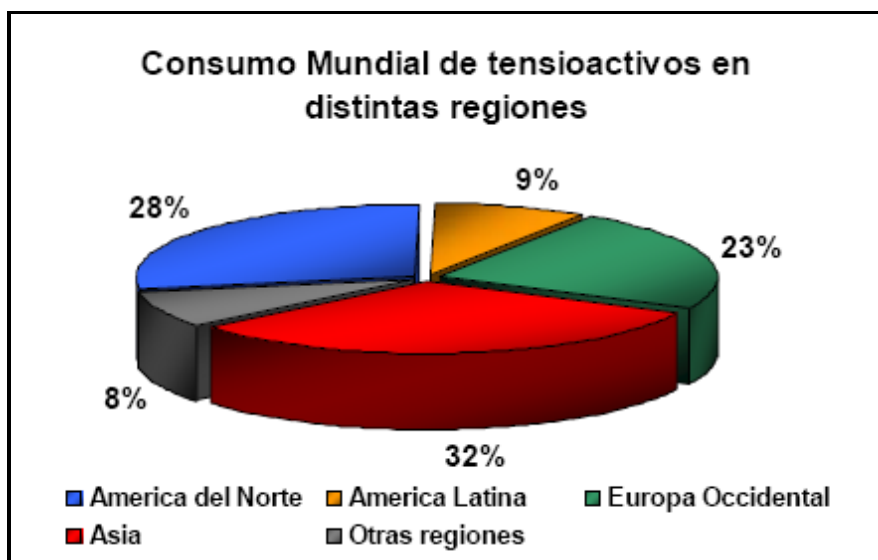


Figura 3. Consumo mundial de tensioactivos por regiones (excluyendo los jabones).

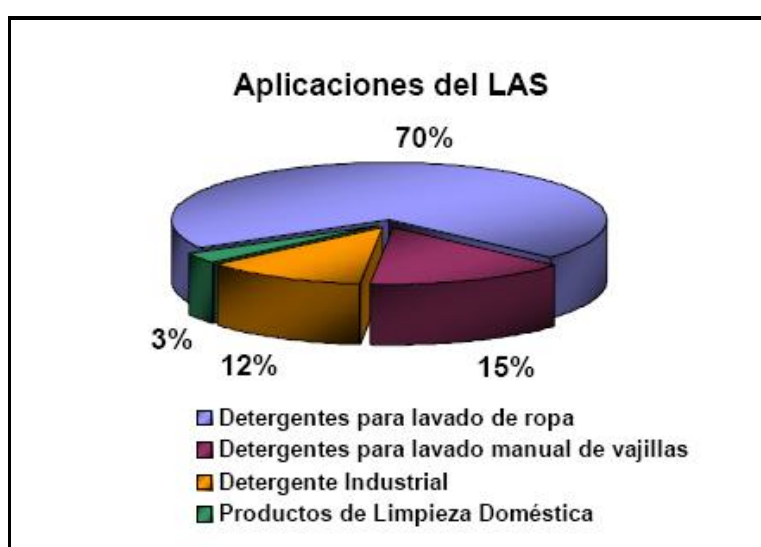
Fuente: ECOSOL, 2001

### 2.3.5 Aplicaciones

Utilizado principalmente en forma de sales sódicas y ocasionalmente potásicas, amónicas, magnésicas o de trietilamina(TEA). Comúnmente, en productos de limpieza, Se utilizan formulaciones donde la cadena de alquílica posee un número de carbonos de entre 10 y 13.

Es empleado en diversos tipos de formulaciones de detergentes para lavado de ropas, incluyendo polvos de alta y baja densidad, líquidos, líquidos concentrados, pastas y barras y su uso está relacionado con su elevada eficacia limpiadora (Ver *Figura 4*).

También se encuentra en la formulación de detergentes del sector industrial e institucional (lavado de ropa y limpieza de superficies), como agente emulsionante en las reacciones de polimerización en el sector petroquímico (Nimer, 2007)



*Figura 4.* Aplicaciones del tensioactivo LAS en detergentes.

Fuente: Nimer, 2007

### 2.3.6 Ventajas

Según (Nimer, 2007) estas son:

- Excelentes propiedades como tensioactivo.
- Buen comportamiento ambiental, pues tanto su biodegradabilidad primaria como final son elevadas, es decir, tanto el LAS como sus metabolitos presentan muy alta biodegradabilidad y muy baja toxicidad.
- Compatibilidad con todo tipo de formulas e ingredientes.
- Versatilidad de uso en todo tipo de formulas.
- Sinergismo con otros ingredientes habituales de las formulaciones.
- Muy baja relación costo/rendimiento.
- Facilidad de procesado, tanto en la sulfonación con cualquier equipo o agente sulfonante.
- Estabilidad del Producto sulfonado y neutralizado sin alteración de pH con el tiempo (no hidrolizable).
- Fácilmente transportable, manipulable y almacenable, ya que su forma acida (HLAS) es químicamente estable.
- Compatibilidad con agentes tensioactivos para constitución de sistemas activos mixtos.

### 2.3.7 Comportamiento Medio Ambiental

El LAS fue desarrollado por la necesidad de sustituir el sulfonato de alquilbenceno ramificado, ya que esta sustancia presentaba en su estructura una zona lipofílica formada por varias cadenas de carbonos ramificadas impidiendo que los microorganismos encargados de degradar la materia orgánica pudieran actuar sobre él. Esto provocaba la existencia de problemas de acumulación de espumas que, además del impacto visual que generaban, impedían el adecuado intercambio de oxígeno entre la atmósfera y el medio acuático produciéndose por tanto un empobrecimiento en el nivel de oxígeno y la consecuente muerte de diversas especies. (Eichhorn, 2001)

## 2.4 Bioensayo

- Los bioensayos permiten tener un mayor acercamiento al posible impacto que producen los efluentes, estos bioensayos se realizan con la finalidad de determinar las concentraciones de un tóxico el cual ocasiona efectos dañinos en un determinado organismo (Sánchez & Andrade, 2009)
- Los bioensayos se realizan con la finalidad de establecer los límites permitidos para diferentes contaminantes, comparar la sensibilidad que tiene la especie al ser expuesta a diferentes tóxicos (Sánchez & Andrade, 2009)
- Los bioensayos se realizan en el estado de alevinaje ya que debe ser realizada en el estado de mayor sensibilidad al tóxico (Sánchez & Andrade, 2009)
- Los bioensayos son estudios en poblaciones de organismos seleccionados las cuales entran en contacto con concentraciones de muestras obtenidas en la zona de estudio, permitiendo evaluar el efecto de los agentes contaminantes presentes

en una muestra de modo integral sobre los organismos(Contero & Orlando, 2005)

## 2.4.1 Clasificación de bioensayos

### 2.4.1.1 Ensayos de respuesta directa.

- a) **Bioensayos Agudos:** Efecto letal en un corto periodo de tiempo, el tiempo de duración es de 96 horas para los peces o invertebrados y en el caso de organismos pequeños el tiempo es de 48 horas. (APHA, 1989).
- b) **De tipo estático:** Se realizan en organismos de prueba de fitoplancton, zooplancton y peces, porque no es necesario renovar su solución a prueba antes de las 96h (Escaplés, 1999).
- c) **De flujo continuo:** En esta prueba la solución se reemplaza continuamente durante el tiempo que demanda el bioensayo (APHA, 1989).
- d) **Bioensayos crónicos:** Ocurren durante un periodo largo de exposición, estas pruebas estiman la concentración-efecto medio ( $CE_{50}$ ) de la sustancia de prueba que causa un efecto del 50% de la población experimental durante un tiempo determinado (Escaplés, 1999).
- e) **Bioestimulación:** Con esta prueba se pretende estimular el crecimiento, proliferación, desarrollo de las algas y conocer lo que provocaría la eutrofización acelerada la cual es ocasionada por descarga de nutrientes con elevada concentración al medio acuático (FAO, 1981, Citado por Torres & Quintero ,2010).
- f) **Bioensayo de repelencia:** Este ensayo es usado para determinar a ciertos organismos que son atraídos a los contaminantes y aquellos que no soportan estos contaminantes (FAO, 1981, Citado por Torres & Quintero ,2010).

#### 2.4.1.2 Ensayo de respuesta indirecta

- a) **Organolépticos:** Este ensayo es realizado por personal experimentado los cuales se encargan de comprobar ciertas características que pueden ser percibidas por los sentidos como el color, olor, textura y sabor (FAO, 1981, Citado por Torres & Quintero ,2010).
- b) **bioestimulación:** Este ensayo da a conocer el grado en el que se presenta un alto crecimiento de la población expuesta a cada concentración de nutriente con respecto al control (FAO, 1981, Citado por Torres & Quintero ,2010).



## 2.5 Marco conceptual

- a) **Aclimatar:** Acostumbrar a los organismos a diferentes condiciones ambientales tales como temperatura, luz y calidad de agua (APHA, 1989).
- b) **Acuicultura:** Es la técnica que permite aumentar la producción de animales y plantas acuáticas para consumo humano, por medio de cierto control de los organismos y de su medio. (FAO, 1974).
- c) **Ensayo Preliminar:** Estos ensayos están diseñados para proveer un estimado preliminar de las concentraciones, cuando se desconoce la toxicidad de la muestra a evaluar. Se preparan de cinco a diez diluciones de exposición. En este tipo de ensayo, es suficiente que las concentraciones de las soluciones de exposición sean aproximadas, por lo que se pueden utilizar cilindros graduados para su preparación. Este ensayo permite definir el orden de magnitud del intervalo de las concentraciones entre las cuales se debe realizar el ensayo definitivo (Rodríguez y Esclapés, 1995).
- d) **Ensayo Definitivo:** Es un experimento en el cual un grupo de organismos se exponen durante un período de tiempo determinado a una serie de concentraciones de un efluente o un compuesto de interés (Esclapés, 1999).
- e) **CL<sub>50</sub>:** Concentración de toxico que produce la muerte del organismo. Generalmente definida como la concentración letal de la mediana (50 por 100) CL<sub>50</sub>, es decir, la concentración que mata al 50 por 100 de los seres expuestos durante un tiempo de exposición específico.(APHA, 1989)
- f) **Control:** Organismos expuestos a agua de dilución sola o al agua natural al que están normalmente expuestos, o a ambas. (APHA, 1989)
- g) **Abiótico:** Referido a los componentes del medio ambiente carentes de vida. (Camacho & Airoso, 2000)

- h) **Antropico:** Referido al efecto ambiental provocado por la acción del hombre. (Camacho & Airosa, 2000)
- i) **Biótico:** Referido a los componentes vivos de un ecosistema. (Camacho & Airosa, 2000)
- j) **Contaminación:** Cambio indeseable de las propiedades físicas, químicas y biológicas que puede provocar efectos negativos en los diferentes componentes del medio ambiente. (Camacho & Airosa, 2000)
- k) **Contaminante:** Sustancia química, biológica o radiológica, en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o encontrarse por encima de sus concentraciones normales en la atmósfera, agua, suelo, fauna o cualquier elemento natural altera y cambia su composición y condición natural. (Camacho & Airosa, 2000)
- l) **Biocenosis:** Comunidad de organismos que habitan un área dada, ya sea terrestre o acuática, determinada por las propiedades del medio y por la relación entre sus componentes. (Camacho & Airosa, 2000)
- m) **Concentración:** Término de carácter general que se refiere a la cantidad de un material o sustancia contenida en la unidad de un medio dado. (APHA, 1989).
- n) **Delito Ambiental:** Acción que, en oposición a las leyes y reglamentos protectores del medio ambiente, provoque daños de cualquier clase en la atmósfera, suelos, aguas terrestres o marítimas, que pongan en peligro la vida de las personas y perjudiquen las condiciones de vida óptimas de un ecosistema. (Camacho & Airosa, 2000)
- o) **Exposición:** Tiempo en que un cuerpo u organismo recibe directamente el efecto de la radiación o cualquier otro tipo de influencia externa. (Camacho & Airosa, 2000)

- p) **Fuente Contaminante:** Centro o actividad socioeconómica cuyas emisiones se incorporan al medio ambiente como contaminantes. (Camacho & Airosa, 2000)
- q) **Dosis:** Cantidad de toxico que penetra en el organismo. (APHA, 1989)
- r) **Tiempo de exposición:** Es el periodo de tiempo que se encuentra sometido los organismos a ciertos contaminantes en un bioensayo de toxicidad (Torres & Quintero ,2010)
- s) **Toxicidad:** Efecto adverso que procede de un toxico(Torres & Quintero ,2010)
- t) **Toxicidad aguda:** Efecto letal u otro efecto producido en un tiempo corto, usualmente dentro de los 4 días para peces o invertebrados y periodos más cortos (2 días) para organismos más pequeños (APHA, 1989).
- u) **Sulfonato de alquilbenceno lineal (LAS):** Es un componente de los detergentes de lavandería y productos de limpieza, muy empleado por sus propiedades como tensioactivo y por ser completamente biodegradable tanto aerobia como anaerobiamente. Es el tensioactivo aniónico más difundido a nivel mundial, suponiendo un 40% de todos los tensioactivos utilizados.

## 2.6 Hipótesis central

La concentración media letal (LC<sub>50</sub>) del detergente domestico “Mundial” en los alevinos de carpa (*Cyprinus carpio*), después de las 96 horas de exposición se encuentra en el rango de concentración (20 a 30 ppm).

## CAPÍTULO III MÉTODO

### 3. Materiales y Métodos

#### 3.1. Materiales

- ✓ Guantes de látex
- ✓ Malla Colectora
- ✓ Regla
- ✓ Bagueta
- ✓ Papel toalla
- ✓ Marcador
- ✓ 2 Acuarios de 30x40x100 cm
- ✓ 6 Acuarios de 30x40x50 cm
- ✓ Jarra
- ✓ Balde
- ✓ Pipeta (1ml)
- ✓ Piedras difusoras
- ✓ Pizeta
- ✓ Mangueras
- ✓ Algodón
- ✓ Aireador
- ✓ Termómetro de mano
- ✓ Fiola(1000 ml)
- ✓ Probeta
- ✓ Vaso Precipitado(250 ml)

### 3.2. Equipos

- ✓ Balanza analítica
- ✓ Kit de pH
- ✓ Kit de OD

### 3.3. Reactivo

- ✓ Detergente Mundial (presentación de 80 gramos).

### 3.4. Método:

#### 3.4.1. **Ámbito temporal del estudio:**

- ✓ Bioensayo preliminar del 04/11/17 al 08/11/17.
- ✓ 1er Bioensayo agudo del 11/11/17 al 15/11/17.
- ✓ 2do Bioensayo agudo del 18/11/17 al 22/11/17.
- ✓ 3er Bioensayo agudo del 25/11/17 al 29/11/17.

**3.4.2. *Ámbito espacial:*** Un ambiente implementado por el tesista (6m de largo y 4m de ancho), ubicado en el distrito de Puente Piedra utilizando la misma infraestructura que el laboratorio de toxicología de la FOPCAA, asesorado por el ing. Walter Zambrano Cabanillas.

**3.4.3. *Unidad de análisis:*** 10 alevinos de *Cyprinus carpio* (carpa común) por concentración de contaminante.

**3.4.4. *Método de bioensayo:*** bioensayo estático, debido a que el flujo fue constante durante toda la prueba.

#### 3.4.5. **Características de instrumentos y materiales:**

- ✓ Kit de oxígeno disuelto de la marca HANNA

- ✓ Medidor de pH de la marca TESTER con un rango de 0,0 a 14,0 pH
- ✓ Materiales de vidrio PIREX
- ✓ Botellas de polietileno
- ✓ Espátula de metal.

**3.4.6. Control de variables:**

- ✓ Tiempos de 1, 2, 4, 8, 12, 24, 48,72 y 96 horas.

**3.4.7. Tratamiento experimental:** 6 tratamiento para el bioensayo preliminar (0,10,20,30,40 y 50 ppm de la solución patrón) y 6 tratamientos para el bioensayo agudo (0,21,23,25,27 y 29 ppm de la solución patrón)

**3.4.8. Número de pruebas:** Pruebas realizadas 6(1 control y 5 concentraciones)

**3.4.9. Número de repeticiones:** 3 repeticiones del bioensayo agudo.

**3.4.10. Parámetros de control:** pH (expresado en unidades de pH), temperatura (°C) y oxígeno disuelto (mg/L).

**3.4.11. Sustancia de prueba:** Detergente doméstico “Mundial”

**3.4.12. Organismos de prueba:** 240 alevinos de carpa.

**3.4.13. Concentracion de la sustancia de prueba:** 1g/L de solución patrón (disoluciones de 21, 23, 25, 27 y 29 ppm del detergente doméstico “Mundial”).

**3.4.14. Criterio de aceptación:** La prueba preliminar debe tener un 90% en el acuario control, si este no es el caso se repetirá la prueba.

### 3.5. Procedimiento

#### 3.5.1. Acondicionamiento

Antes de empezar con el proyecto se deberá acondicionar los 2 acuarios de vidrio de 120 litros de un espesor de 8mm para la llegada de las carpas (*Cyprinus carpio*), sobre una base de madera la cual se armo para que soportara el volumen de agua, los cuales se llenaron al 90% de su capacidad, se registro los valores de temperatura, pH y OD, sifoneandose diariamente para eliminar los desechos de las carpas (Ver Figura 5, 6,7, 8 y 9).

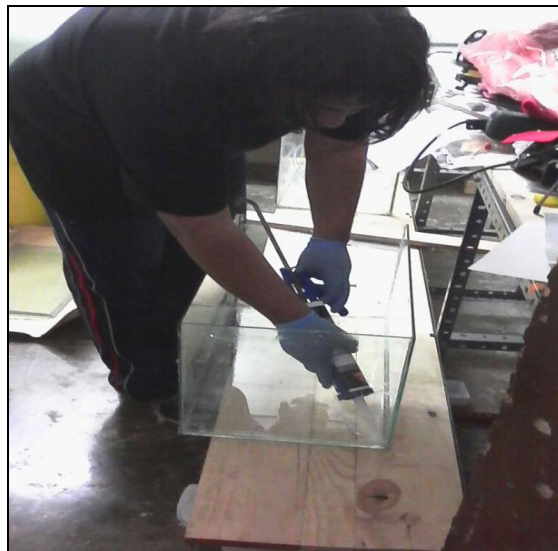


Figura 5. Armado de base para acuario de aclimatación y acuarios.



Figura 6. Llenado de acuarios de cuarentena.



*Figura 7. Dechloración del agua.*



*Figura 8. Medición de pH.*





*Figura 9.* Medición de temperatura.

### 3.5.2. Recolección de las carpas y transporte

Las carpas (*Cyprinus carpio*) se obtuvieron de un criadero de Comas un total de 260 todos de un mismo lote y fueron transportadas en doble bolsa de plástico con aireación suficiente para así evitar estrés y mortalidad durante el viaje (Ver Figura 10).



*Figura 10.* Recolección de las carpas.

### 3.5.3. Cuarentena

La etapa de cuarentena se inicia después del transporte de los alevinos adquiridos, las bolsas de plástico donde se encontraban los alevinos de carpa fueron introducidas en los acuarios de 120 litros y esperar aproximadamente durante 30 minutos y tomar la temperatura con ayuda de un termómetro para asegurarse de que la temperatura de la bolsa sea la misma que la del acuario , después de este proceso se procedió a liberar a los alevinos en el acuario por un periodo de 15 días (Ver Figura 11, 12 y 13).



*Figura 11.* Introducción de las bolsas de alevinos en los acuarios.



*Figura 12.* Toma de temperatura (esperar aproximadamente 2 horas hasta que la temperatura del medio se iguale al del acuario).



*Figura 13.* Liberación de las carpas al acuario.

### 3.5.4. Infraestructura

#### 3.5.4.1. Armado del andamio

Para el bioensayo se armó un andamio de metal de 2 metros de largo y 0,7 metros de altura, con bases de tabla de madera para colocar los 6 acuarios (Ver Figura 14 y 15).



*Figura 14.* Construcción del andamio.



*Figura 15.* Armado del andamio.



### 3.5.4.2. Armado del acuario

Para el bioensayo preliminar y agudo se usaron 6 acuarios de 4mm de espesor, 50x30cm de largo, 30x 29,2 cm de ancho, 50x30cm de base, después de armarlos se dejó secar durante 1 día para luego revisar que no hubiera aberturas por donde pueda filtrarse el agua (Ver Figura 16).



*Figura 16.* Armado de acuarios.

## Cálculos para volumen de los acuarios

Para determinar el volumen del acuario se usara la siguiente Fórmula según

Valverde (2015):

$$\text{VOLUMEN DEL ACUARIO: } L \times A \times H$$

**Donde:**

L: Largo

A: Ancho

H: Altura

**Medidas externas de acuario:**

Largo: 50 cm

Ancho: 30 cm

Altura: 30 cm

Espesor del vidrio: 4mm

**Resultados de las mediciones internas del acuario**

Largo del volumen de agua = Largo del acuario – 2 x espesor

Largo del volumen de agua = 50 cm – 2 x 4 mm

Largo del volumen de agua = 49,2 cm

Ancho del volumen de agua\_ Ancho del acuario-2xexpesor

Ancho del volumen de agua = 30 cm – 2 x 4 mm

Ancho del volumen de agua = 29,2 cm

Altura del volumen de agua= Altura del acuario-espesor

Altura del volumen de agua = 30 cm – 4 mm

Ancho del volumen de agua = 29,6 cm

Entonces: 4,92 dm x 2,92dm x 29,6 dm =42,5245 dm

Volumen total = **42,52 litros**

Se trabajara el 70% del volumen total

$$42,5245 \text{ l (70\%)} \rightarrow 29,76715 \text{ l} \rightarrow 30 \text{ l}$$

Calculo para obtener la altura liquida para un volumen de 30l se usara la siguiente fórmula:

Volumen de agua:  $L \times A \times H$

**Dónde:**

L = Largo del volumen de agua

A = Ancho del Volumen de agua

H = Altura líquida

**Entonces:**

$$H = 30 \text{ litros} / (4,92 \times 29,2)$$

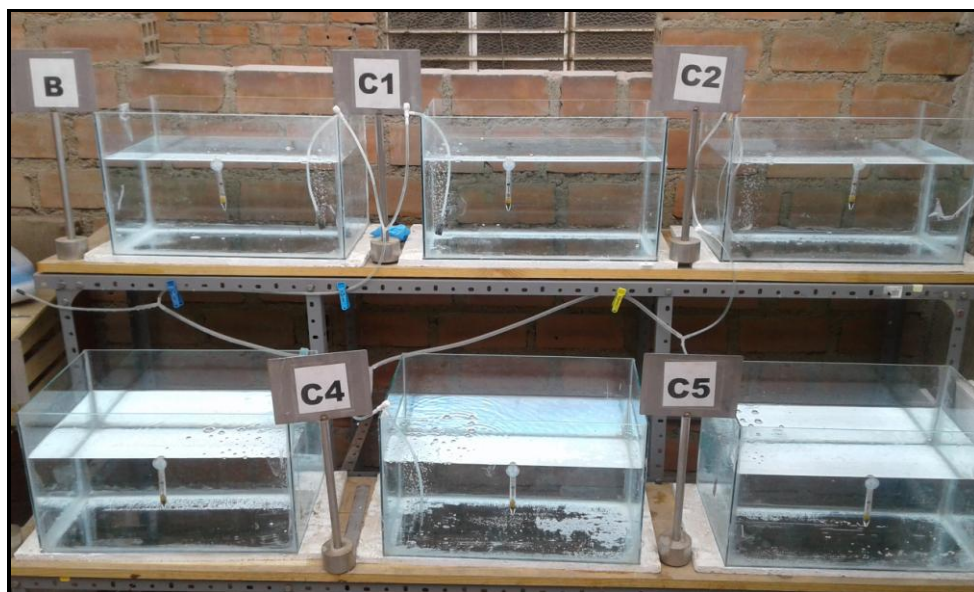
$$H = 20,88 \text{ cm}$$

### 3.5.4.3. Aireación

Se utilizo durante todo el proyecto una bomba de aire conectadas a mangueras siliconeadas para distribuir oxigeno a los 6 acuarios, para regular el flujo se uso llaves conectadas a mangueras siliconeadas y finalmente con piedras difusoras (Ver Figura 17 y 18).



*Figura 17.* Instalando el sistema de aireación.



*Figura 18.* Sistema de aireación.



### 3.5.5. Preparación del contaminante

Se procedió a limpiar la mesa de trabajo y colocar los materiales que serán necesarios para la preparación del contaminante.

Para preparar la Solución Patrón del detergente Mundial para obtener una solución madre de 1000 ppm, lo primero que se hace es pesar 1,0 gramo de muestra en una balanza con ayuda de un vaso precipitado y una espátula (Ver Figuras 19 y 20).



Figura 19. Detergente mundial

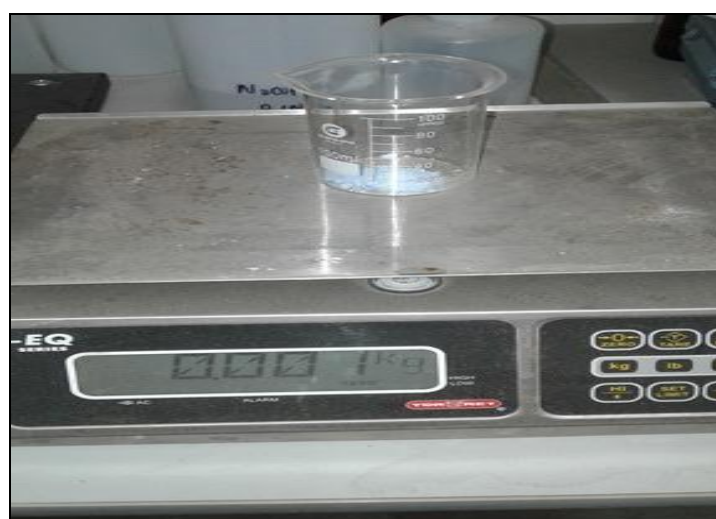
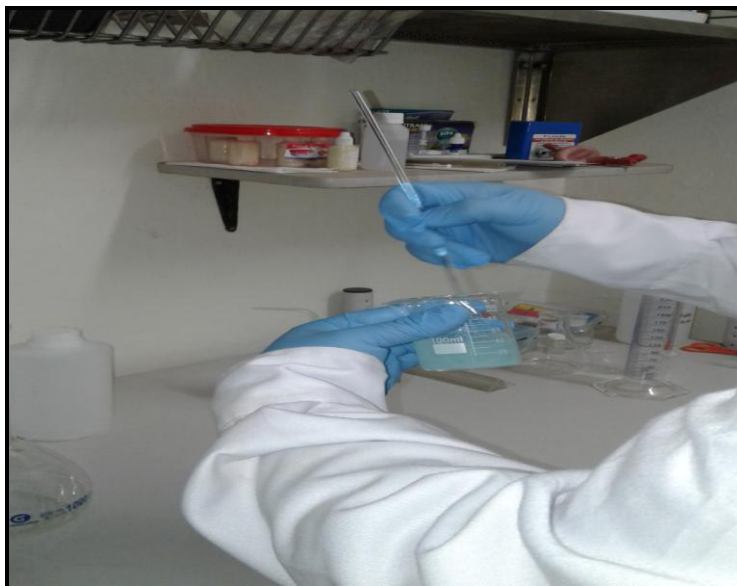


Figura 20. Pesado de 1 g de Detergente mundial.

Al vaso precipitado se le agrego agua desionizada, con ayuda de una vagueta se diluyo la muestra, luego se vertió en una fiola de 1 litro, se enjuago el vaso precipitado con agua desionizada hasta que no quedara restos de la solución, se enrazo con agua desionizada la fiola de 1 Litro y finalmente se pasa a una botella de polietileno de 1litro (Ver Figuras 21, 22,23 y 24).



*Figura 21.* Disolución de la muestra con agua desionizada.



*Figura 22.* Homogenizando la muestra de Detergente Mundial.



*Figura 23.* Solución de Detergente Mundial.



*Figura 24.* Materiales y reactivo utilizado en la preparación del contaminante

### 3.5.6. Bioensayo preliminar

**3.5.6.1 Acondicionamiento:** Se colocaron los 6 acuarios en el andamio de metal, debajo de estos una base de tecnopor, se llenaron los acuarios hasta la altura calculada (tirante), se decloro el agua 1 gota por litro (Ver Figuras 25, 26,27 y 28).



*Figura 25.* Ubicación de los acuarios.



*Figura 26.* Llenado de acuarios.





*Figura 27.* Decloración de los acuarios.



*Figura 28.* Regulación de flujo de los acuarios.

**3.5.6.2 Diseño experimental:** Se seleccionaron alevinos de peso promedio de 2,0 g y talla promedio 2,5cm de de los acuarios de cuarentena (60 en total), se les dejo de alimentar 48 horas antes de iniciar el bioensayo preliminar, se utilizaron 10 peces por acuario (Ver Figuras 29, 30,31 y 32).

Para hallar el volumen de la solución patrón que se le debe agregar a cada uno de los acuarios para obtener las concentraciones (10, 20, 30,40 y 50 ppm) deseadas se usara la siguiente fórmula según Valverde (2015):

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Dónde:

$C_1$  = Concentración inicial (Solución patrón)

$V_1$  = Volumen inicial (Solución patrón)

$C_2$  = Concentración final

$V_2$  = Volumen final

**Volumen del contaminante para el acuario P1:**

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 10 \text{ ppm} \times 30 \text{ litros}$$

$$V_1 = 300 \text{ ml}$$

Se extraerá 300ml del acuario P1 y se le agregara 300ml de la solución patrón para obtener la concentración de 10 ppm.

**Volumen del contaminante para el acuario P2:**

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 20 \text{ ppm} \times 30 \text{ litros}$$

$$V_1 = 600 \text{ ml}$$

Se extraerá 600ml del acuario P2 600ml de agua y se le agregara 600ml de la solución patrón para obtener la concentración de 20 ppm.

**Volumen del contaminante para el acuario P3:**

$$1000 \text{ ppm} \times V1 = 30 \text{ ppm} \times 30 \text{ litros}$$

$$V1 = 900 \text{ ml}$$

Se extraerá 900ml del acuario P3 900ml de agua y se le agregara 900ml de la solución patrón para obtener la concentración de 30 ppm.

**Volumen del contaminante para el acuario P4:**

$$1000 \text{ ppm} \times V1 = 40 \text{ ppm} \times 30 \text{ litros}$$

$$V1 = 1200 \text{ ml}$$

Se extraerá 1200ml del acuario P4 1200ml de agua y se le agregara 1200ml de la solución patrón para obtener la concentración de 40 ppm.

**Volumen del contaminante para el acuario P5:**

$$1000 \text{ ppm} \times V1 = 50 \text{ ppm} \times 30 \text{ litros}$$

$$V1 = 1500 \text{ ml}$$

Se extraerá 1500ml del acuario P5 1500ml de agua y se le agregara 1500ml de la solución patrón para obtener la concentración de 50 ppm.



*Figura 29.* Extracción de agua de los acuarios.



*Figura 30.* Selección de los alevinos de carpa.





*Figura 31.* Introducción de las carpas.



*Figura 32.* Suministrando el contaminante.

A continuación se describen las características del ensayo preliminar en la Tabla 2.

**Tabla 2**  
*Características del bioensayo preliminar*

Código del Acuario	Concentración de Detergente Mundial (ppm)	Nº de carpas	Volumen(L)
B	0	10	30
P1	10	10	30
P2	20	10	30
P3	30	10	30
P4	40	10	30
P5	50	10	30

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.7. Bioensayo agudo

Para el bioensayo agudo se seguirá la misma metodología con 3 repeticiones a diferentes concentraciones usando el rango de concentración con menor mortalidad según los resultados del bioensayo preliminar.

Para hallar el volumen de la solución patrón que se le debe agregar a cada uno de los acuarios para obtener las concentraciones (21, 23, 25,27 y 29 ppm) deseadas se usara la siguiente fórmula Según Valverde (2015):

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

Dónde:

C1 = Concentración inicial

V1 = Volumen inicial

C2 = Concentración final

V2 = Volumen final

#### **Volumen del contaminante para el acuario C<sub>1</sub>:**

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 21 \text{ ppm} \times 30 \text{ litros}$$

$$V_1 = 630 \text{ ml}$$

Para obtener la concentración de 21 ppm se extraerá 630 ml de agua y se agregara 630 ml de la solución patrón.

#### **Volumen del contaminante para el acuario C<sub>2</sub>:**

$$1000 \text{ ppm} \times V_1 = 23 \text{ ppm} \times 30 \text{ litros}$$

$$V_1 = 690 \text{ ml}$$

Para obtener la concentración de 23 ppm se extraerá 690 ml de agua y se agregara 690 ml de la solución patrón.

**Volumen del contaminante para el acuario C3<sub>1</sub>:**

$$1000 \text{ ppm} \times V1 = 25 \text{ ppm} \times 30 \text{ litros}$$

$$V1 = 750 \text{ ml}$$

Para obtener la concentración de 25 ppm se extraerá 750ml de agua y se agregara 750ml de la solución patrón.

**Volumen del contaminante para el acuario C4<sub>1</sub>:**

$$1000 \text{ ppm} \times V1 = 27 \text{ ppm} \times 30 \text{ litros}$$

$$V1 = 810 \text{ ml}$$

Para obtener la concentración de 27 ppm se extraerá 810 ml de agua y se agregara 810 ml de la solución patrón.

**Volumen del contaminante para el acuario C5<sub>1</sub>:**

$$1000 \text{ ppm} \times V1 = 29 \text{ ppm} \times 30 \text{ litros}$$

$$V1 = 870 \text{ ml}$$

Para obtener la concentración de 29 ppm se extraerá 870 ml de agua y se agregara 870 ml de la solución patrón.

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

### 4. Resultados de los bioensayos

#### 4.1. Preliminar

Se inició con rangos amplios para así obtener rangos más significativos para comenzar con el primer bioensayo agudo (Ver Tabla 3) y la mortalidad del bioensayo preliminar (Ver Tabla 4).

**Tabla 3**

*Resultados del bioensayo preliminar*

Código del Acuario	Concentración de Detergente Mundial (ppm)	Porcentaje de mortalidad (%)
B	0	0
P1	10	0
P2	20	10
P3	30	100
P4	40	100
P5	50	100

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la mortalidad a las 96 horas del bioensayo preliminar del detergente mundial se observa en la Figura 33.

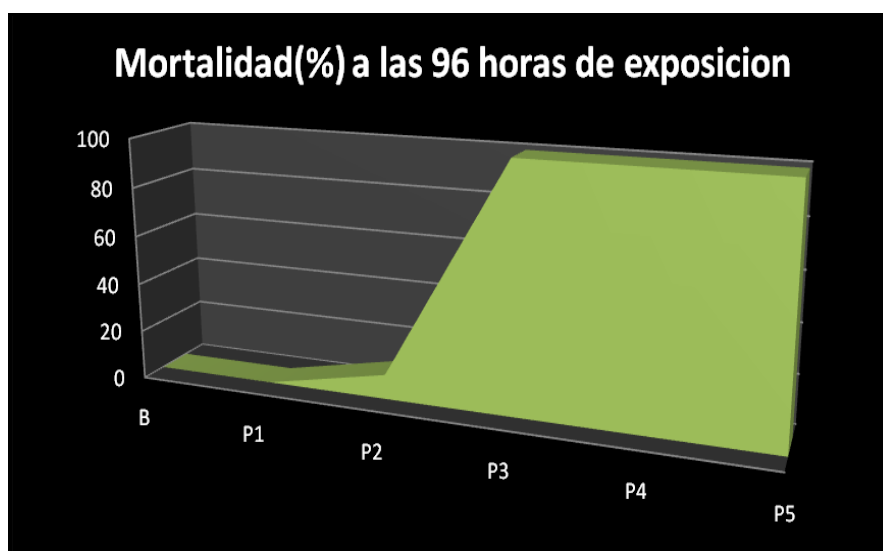


Figura 33. Mortalidad (%) a las 96 horas de exposición.

#### 4.2. Bioensayo agudo

Se observa los resultados de mortalidad de las 3 repeticiones en la Tabla 4, las tomas de pH durante las 96 horas del primer bioensayo se describen a continuación en la Tabla 5, los resultados de temperatura durante las 96 horas del primer bioensayo se describen a continuación en la Tabla 6, las tomas de oxígeno disuelto tomados al inicio y al final del primer bioensayo se demuestran a continuación en la tabla 7 y la descripción de la mortalidad de las 3 repeticiones se muestran en la Tabla 8,9 y 10.

**Tabla 4**

*Resultados del bioensayo Agudo*

1	Porcentaje de mortalidad (%)	2	Porcentaje de mortalidad (%)	3	Porcentaje de mortalidad (%)	Concentración de LAS (ppm)
B	0	B2	0	B3	0	0
C1 <sub>1</sub>	10	C1 <sub>2</sub>	10	C1 <sub>3</sub>	10	21
C2 <sub>1</sub>	20	C2 <sub>2</sub>	20	C2 <sub>3</sub>	20	23
C3 <sub>1</sub>	100	C3 <sub>2</sub>	100	C3 <sub>3</sub>	100	25
C4 <sub>1</sub>	100	C4 <sub>2</sub>	100	C4 <sub>3</sub>	100	27
C5 <sub>1</sub>	100	C5 <sub>2</sub>	100	C5 <sub>3</sub>	100	29

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 5**

*Datos obtenidos de pH del primer bioensayo agudo*

Tiempo de Exposición(h)	pH					
	B	C1 <sub>1</sub>	C2 <sub>1</sub>	C3 <sub>1</sub>	C4 <sub>1</sub>	C5 <sub>1</sub>
1	7,9	8,0	8,0	8,1	8,1	8,1
2	7,9	7,9	8,0	8,0	8,1	8,1
4	8,0	8,0	8,1	8,2	8,3	8,3
8	8,0	8,1	8,1	8,3	8,3	8,3
12	8,0	8,1	8,1	8,2	8,2	8,3
24	8,0	8,2	8,0	8,1	8,1	8,2
48	8,0	8,1	8,0	8,1	8,1	8,2
72	8,0	8,1	8,1	8,1	8,1	8,2
96	8,0	8,1	8,1	8,1	8,2	8,3

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 6***Datos obtenidos de Temperatura del primer bioensayo agudo*

Tiempo de Exposición(h)	Temperatura(°C)					
	B	C1 <sub>1</sub>	C2 <sub>1</sub>	C3 <sub>1</sub>	C4 <sub>1</sub>	C5 <sub>1</sub>
1	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
2	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0
4	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0	29,0
8	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0
12	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
24	23,0	23,0	23	23,2	23,1	23,1
48	24,2	24,1	24,1	24,1	24,2	24,1
72	23,5	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6
96	23,1	23,0	23,1	23,0	23,0	23,0

**Fuente:** Elaboración propia**Tabla 7***Datos obtenidos de Oxígeno Disuelto del bioensayo agudo*

Tiempo de Exposición(h)	Oxígeno Disuelto(mg/l)					
	B	C1 <sub>1</sub>	C2 <sub>1</sub>	C3 <sub>1</sub>	C4 <sub>1</sub>	C5 <sub>1</sub>
1	6.5	6.5	6.5	6.5	6.3	6.2
96	6.4	6.4	6.3	6.3	6.2	6

**Fuente:** Elaboración propia.**Tabla 8***Mortalidad del primer bioensayo agudo*

Acuario	Concentración (ppm)	Tiempo(horas)										% de mortalidad
		1	2	4	8	12	24	48	72	96		
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C1 <sub>1</sub>	21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	10
C2 <sub>1</sub>	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20	20
C3 <sub>1</sub>	25	0	0	7	3	0	0	0	0	0	100	100
C4 <sub>1</sub>	27	0	0	10	0	0	0	0	0	0	100	100
C5 <sub>1</sub>	29	0	10	0	0	0	0	0	0	0	100	100

**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 9**  
*Mortalidad del segundo bioensayo agudo*

Acuario	Concentración (ppm)	Tiempo(horas)									% de mortalidad
		1	2	4	8	12	24	48	72	96	
B2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C1 <sub>2</sub>	21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
C2 <sub>2</sub>	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
C3 <sub>2</sub>	25	0	0	7	3	0	0	0	0	0	100
C4 <sub>2</sub>	27	0	0	10	0	0	0	0	0	0	100
C5 <sub>2</sub>	29	0	10	0	0	0	0	0	0	0	100

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 10**  
*Mortalidad del tercer bioensayo agudo*

Acuario	Concentración (ppm)	Tiempo(horas)									% de mortalidad
		1	2	4	8	12	24	48	72	96	
B3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C1 <sub>3</sub>	21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
C2 <sub>3</sub>	23	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
C3 <sub>3</sub>	25	0	0	7	3	0	0	0	0	0	100
C4 <sub>3</sub>	27	0	0	10	0	0	0	0	0	0	100
C5 <sub>3</sub>	29	0	10	0	0	0	0	0	0	0	100

Fuente: Elaboración propia.

Se registraron mortalidades durante las 2, 4, 8 y 96 horas de exposición al contaminante en las 3 repeticiones como se muestran en las Figuras 34, 35, 36 y 37

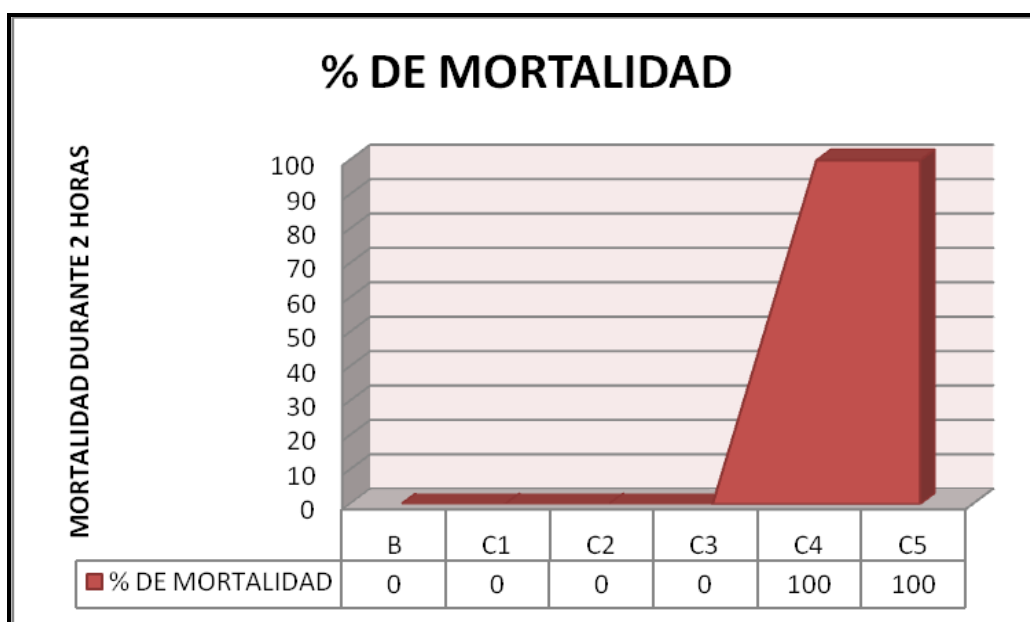


Figura 34. Porcentaje de Mortalidad del Bioensayo Agudo durante 2 horas.



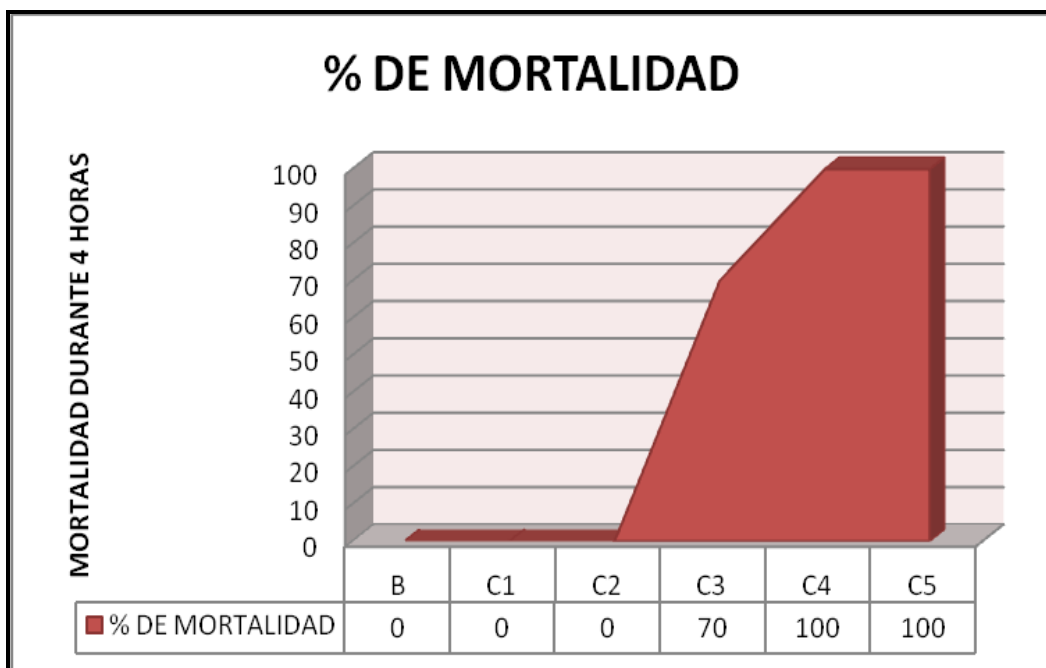


Figura 35. Porcentaje de Mortalidad del Bioensayo Agudo durante 4 horas.

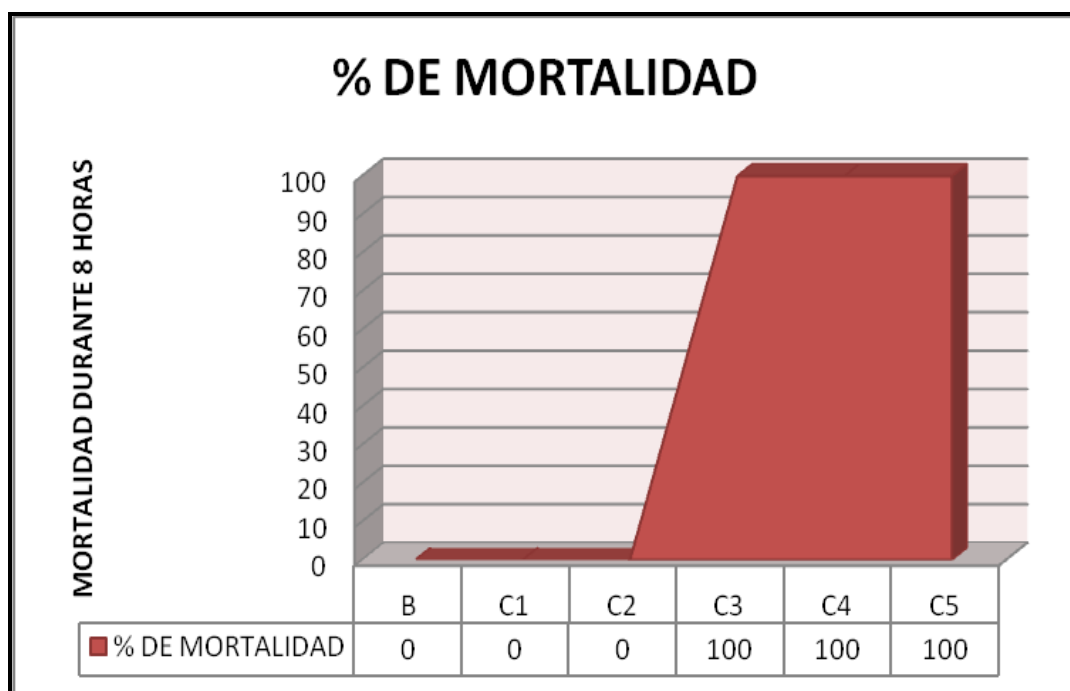


Figura 36. Porcentaje de Mortalidad del Bioensayo Agudo durante 8 horas.

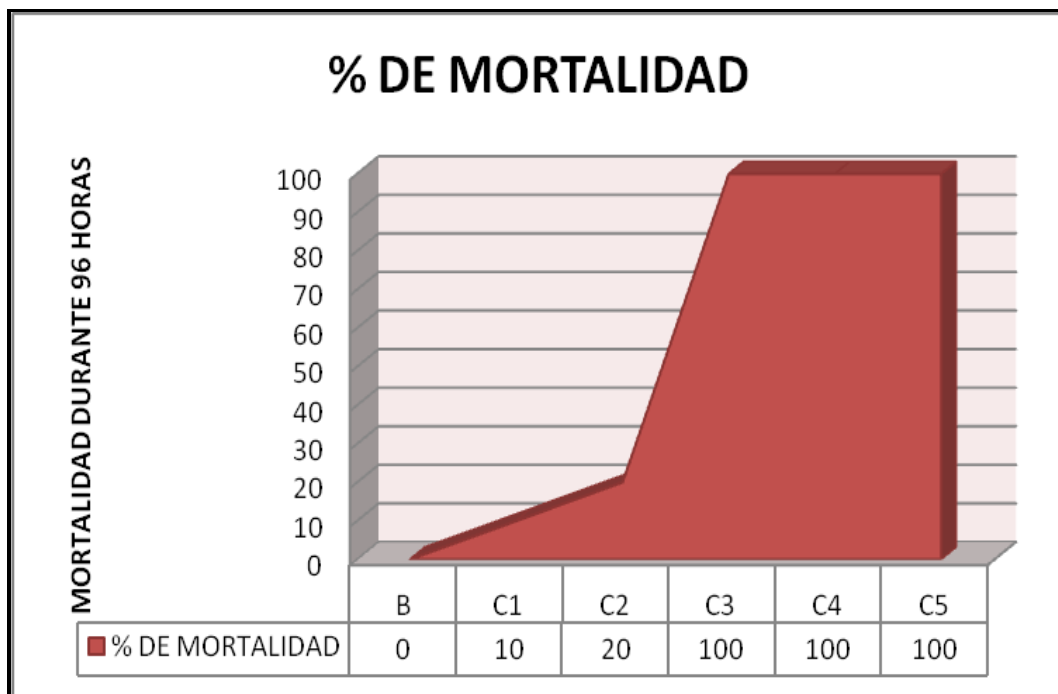


Figura 37. Porcentaje de Mortalidad del Bioensayo Agudo durante 96 horas.

#### 4.3. Estimación de la concentración letal media (LC<sub>50</sub>)

Mediante el método probit se realizó los cálculos para determinar LC<sub>50</sub> del detergente doméstico mundial en la carpa común el cual dio un resultado de 23,252ppm (Ver Tabla 11).

**Tabla 11**

*Estimación de valores de concentración letal y límites de confianza*

Probability	Dose (ml)	LC Inferior 95%	Lc Superior 95%
0.01	20.549	18.707	21.623
0.05	21.306	19.737	22.286
0.10	21.721	20.294	22.664
0.20	22.235	20.968	23.154
0.30	22.613	21.448	23.536
0.40	22.941	21.851	23.885
<b>0.50</b>	<b>23.252</b>	<b>22.218</b>	<b>24.233</b>
0.60	23.567	22.575	24.604
0.70	23.909	22.944	25.029
0.80	24.315	23.359	25.562
0.90	24.890	23.905	26.365
0.95	25.375	24.337	27.080
0.99	26.311	25.117	28.532

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Efectos del contaminante

Durante el bioensayo preliminar se observaron diferentes comportamientos entre los acuario P1 y el P3, P4 y P5, se evidencio que los alevinos que se encontraban en los acuarios de concentraciones 30 ppm y 40 ppm presentaban mayor actividad en la superficie, agresividad entre ellos, constante abertura del opérculo, golpes constantes hacia el vidrio, hinchamiento del vientre, decoloración de las branquias (de rojo a blanco), nado de forma horizontal en la superficie y en su mismo eje, boqueaban en la superficie lo cual indico que su muerte se debía por hipoxia que es la deficiencia de oxígeno en la sangre.

Mientras que en el bioensayo agudo presentaron los mismos síntomas en el acuario C5<sub>1</sub> a la primera hora de exposición, en los acuarios C3<sub>1</sub> y C4<sub>1</sub> presentaron estos síntomas a partir de las 2 horas de exposición mientras que en los acuarios C1<sub>1</sub> y C2<sub>1</sub> presentaron estos comportamientos después de las 72 horas de exposición (Ver Figura 38, 39, 40, 41,42, 43, 44,45 y 46)

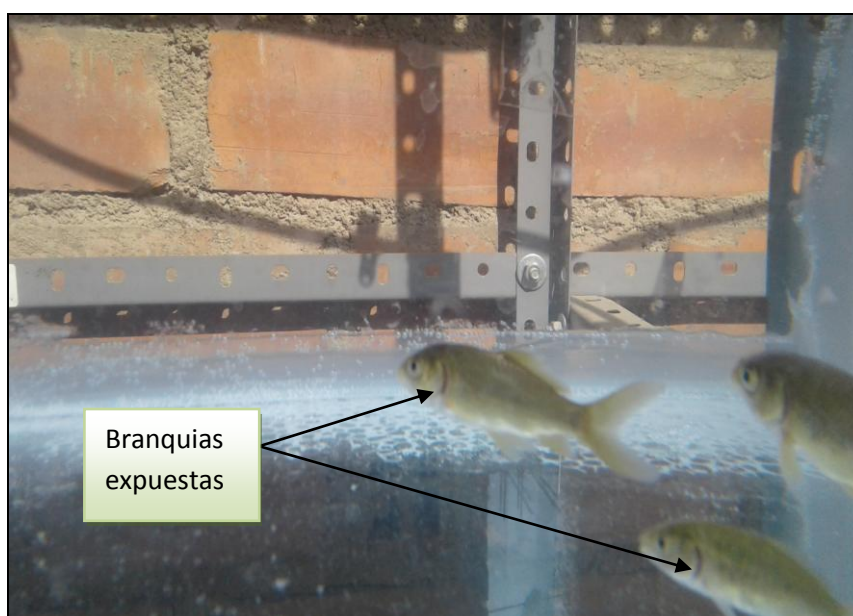
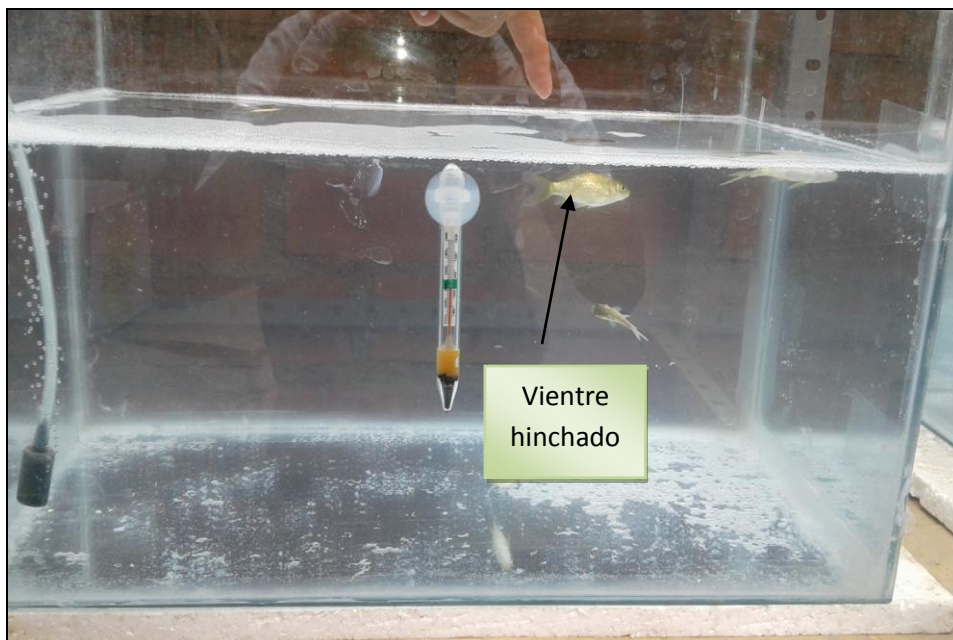


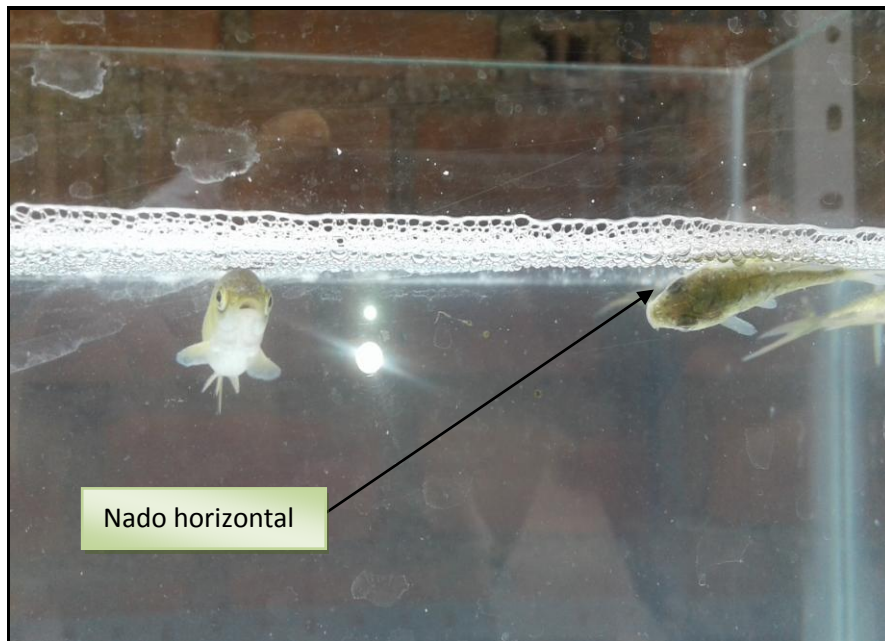
Figura 38. Carpas con branquias expuestas.



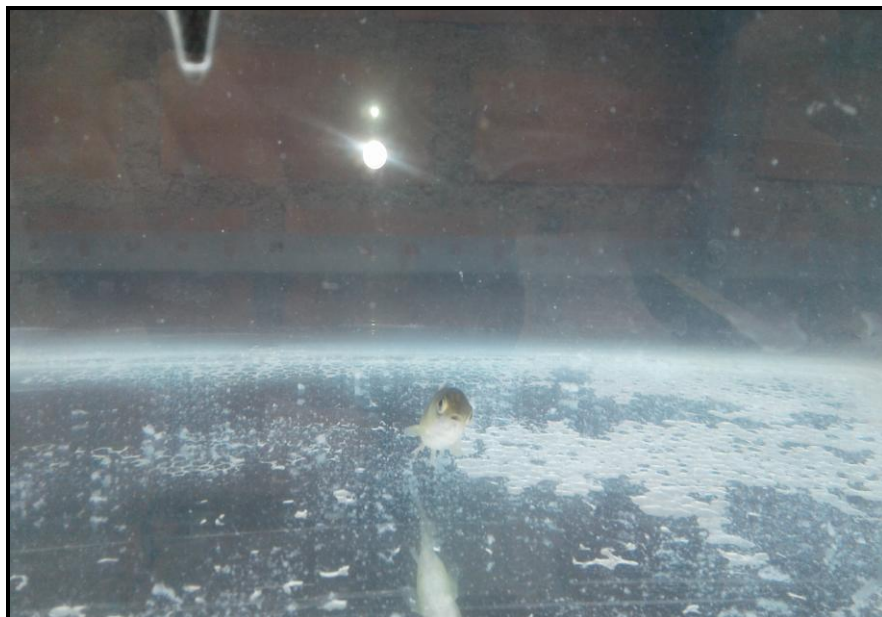
*Figura 39.* Ventre hinchado en la zona ventral.



*Figura 40.* Carpas boqueando por hipoxia.



*Figura 41.* Carpa nadando a la superficie y otro de forma horizontal.

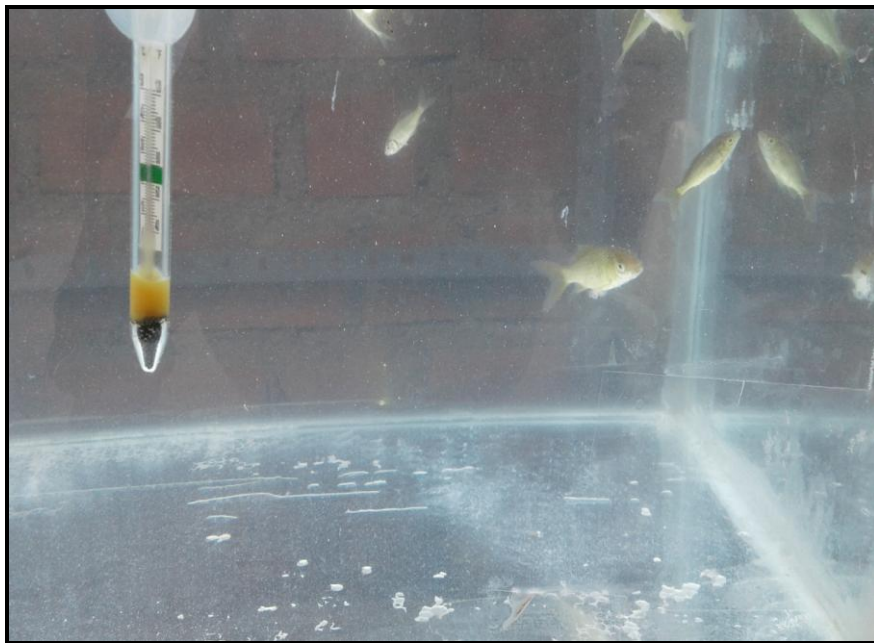


*Figura 42.* Carpa nadando en el fondo del acuario.

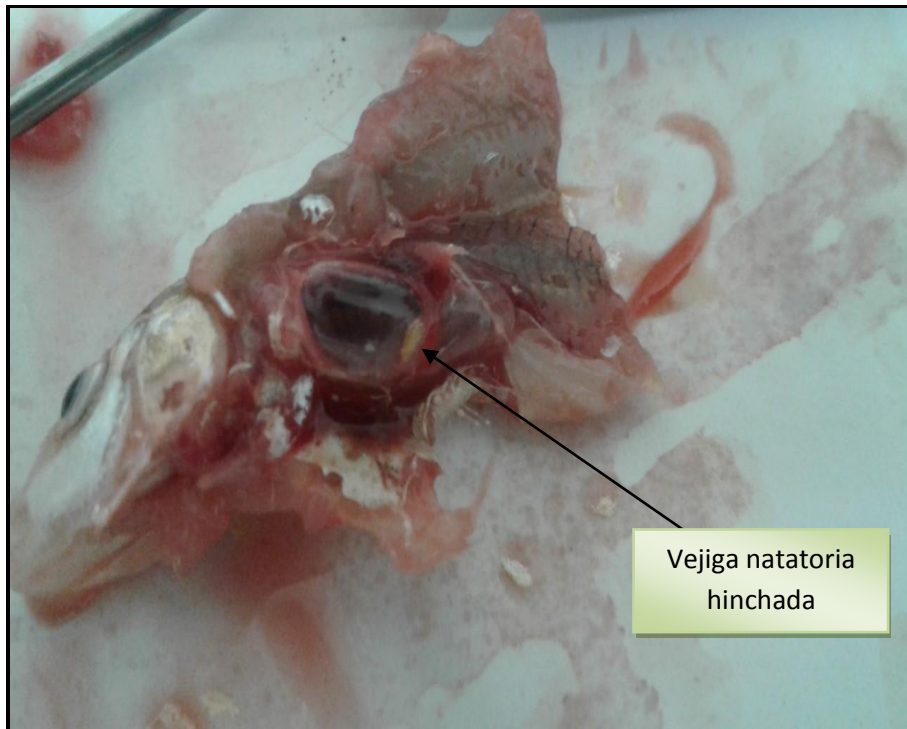




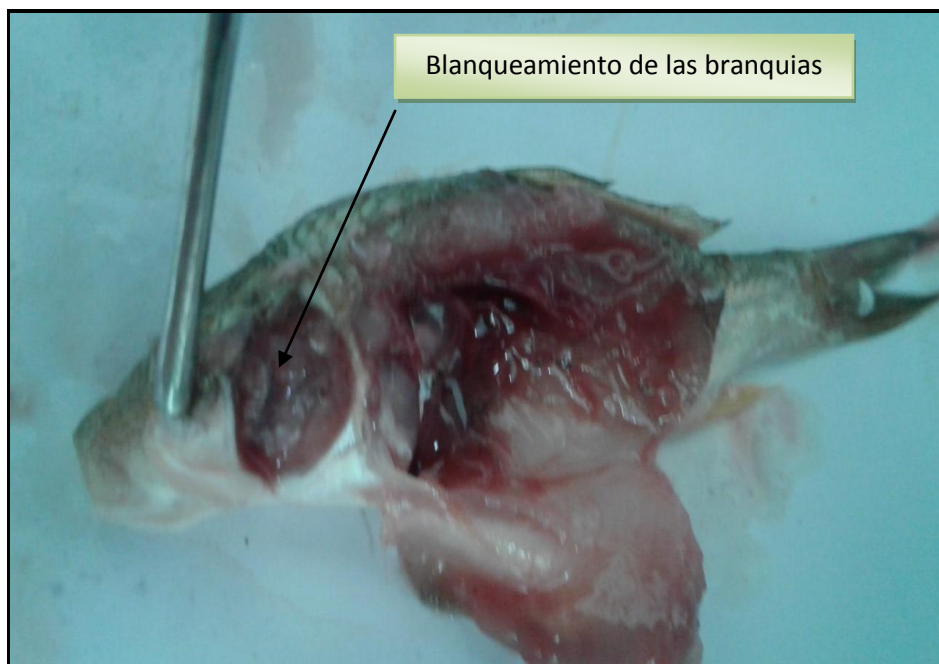
*Figura 43.* Carpas muertas en la superficie del acuario.



*Figura 44.* Carpas con extres nadando de forma inclinada y con movimientos oscilatorios.



*Figura 45.* Vejiga natatoria hinchada.



*Figura 46.* Blanqueamiento de las branquias.



## CAPITULO V DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

### 5.1. Discusiones

El presente proyecto se comparo con los resultados de  $LC_{50}$  obtenidos por León (2006), utilizando una solución madre al 1%(1g) del producto (Magia blanca y Ariel) en 1l de agua desionizada para ambos detergentes, el dodecil benceno sulfonato de sodio (DBSS) y alquil aril sulfonato de sodio (AASS) empleado en alevinos de trucha arcoíris de peso promedio de 0,19g y una talla promedio de 2,68cm (*Oncorhynchus mykiss*), a 96 horas de exposición obtuvieron un resultado promedio de 13,91 mg/L y 13,86 mg/L, estos muestran una diferencia considerable comparados con los resultados del presente trabajo 23,252 ppm de detergentes “Mundial” para alevinos de carpa común.

En comparación con los resultados obtenidos por García y Pezo (2011) utilizando una solución madre al 1%(1g) del producto en 1l de agua destilada, con un peso promedio de 4g y talla promedio de 4cm para ambas especies, el valor de  $LC_{50}$  al cabo de 96 horas de exposición con el detergente Magia Blanca fue de de 18,1 mg/L de LAS para “Paco” y 4,8 mg/L de LAS para “Gamitana” ; mostrando una diferencia cercana con la especie del “Paco” en comparación con el presente trabajo: 23,252 ppm de LAS para alevinos de carpa común. Cabe mencionar que la muerte de los peces en ambos proyectos se dio por acción directa del detergente ocasionando agresividad en su comportamiento.

El resultado obtenido  $LC_{50}$  23,252 ppm, luego de 96 horas expuestos al detergente “Mundial”, en comparación con la normativa ambiental Estándar de Calidad Ambiental – Agua, D.S. 004-2017 – MINAM que establece un valor

límite de 0.2 mg/L de SAAM para Riego de vegetales y 0.5mg/L de SAAM para Bebida de animales, es superior, por lo que los límites establecidos aseguran la supervivencia de los alevinos de *cyprinis Carpio*.

## 5.2. Conclusiones

La  $LC_{50}$  del detergente domestico utilizando alevinos de carpa común con un peso promedio de 2,0g y una talla promedio de 2,5cm (*Cyprinus carpio*) en un periodo de 96 horas fue de 23,252 ppm.

Se concluye que a partir de concentraciones de 21 ppm de detergente doméstico “Mundial” se evidencia una mortalidad del 10% de la población expuesta.

Durante las 3 replicas del bioensayo agudo, se obtuvo la misma  $LC_{50}$  durante las 96 horas expuestas al contaminante, no mostrando cambios de comportamiento ni porcentaje de mortalidad durante toda la experimentación.

Las concentraciones de oxígeno disuelto se mantuvieron en el rango óptimo de especificaciones para el cultivo de carpa, por lo que la mortalidad se debió a la introducción del contaminante y no por insuficiencia de oxígeno disuelto.

Los efectos que se produjeron por el contaminante (Detergente Mundial) en alevinos de carpa común fue el nado lento y se encontraban estáticos en el fondo del acuario, perdida de estabilidad física del cuerpo del pez, boqueo constante en la superficie, alta sensibilidad del opérculo exponiendo así las branquias, hinchamiento de la zona ventral del pez, agresividad (constantes ataques entre ellos) y nado circular.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, G; Medina, G & Sánchez, G. (1999). Efecto del detergente Biodegradable (alquilsulfonato de sodio) en el consumo de oxígeno y tasa de filtración del Bivalvo *Semimytilus allosus*. *Rev. Per. Biol.* 6: 68-74.

AUTORIDAD NACIONAL DEL ANA (2013), Evaluación de la calidad de agua y sedimentos en la cuenca del Rio Santa.

AUTORIDAD NACIONAL DEL ANA (2013), Evaluación de la calidad de agua superficial en la cuenca del Rio Huaura.

AUTORIDAD NACIONAL DEL ANA (2013), Informe Técnico N° 017-2013-ANA-DGCRH/RGC – Resultado del segundo monitoreo participativo de la calidad de agua de los ríos Perejil, Chuyugal y Caballo Moro en la localidad de Quiruvilca.

AUTORIDAD NACIONAL DEL ANA (2014), Evaluación de la calidad de agua superficial en la cuenca del Rio Lurín.

AUTORIDAD NACIONAL DEL ANA (2014), Evaluación de la calidad de agua y sedimentos en la cuenca del Rio Moche.

Ankley, G. & Burkhard, P. (1992). Identificación de agentes tensioactivos como sustancias tóxicas en un efluente primario. *Reinar. Toxicol. Chem.* 11, 1235-1248.

APHA(American Health Association). AWWA(American Water Works Association), WPCF(Water Pollution Control Federation) (1989). Standard methods for examination of water and Wastewater 17<sup>th</sup>. Ed. De American Health association, Washington D.C.

- Arredondo, F. & Juárez, P. (1986). Manual de cigrinicultura (Cultivo de carpas). Secretaría de pesca. México 121 pp.
- Argese, E.; Marcomini, A.; Miana, P.; Bettiol, C. & Perin, G. (1994). Submitochondrial particle response to linear alkylbenzene sulfonates, nonylphenol polyethoxilates and their biodegradation derivatives. *Environ. Toxicol. Chem.* 13, 737–742..
- Blasiola, G. & Bridges, M. (2005). Koi: Everything about. Care. Nutrition. Diseases. Pond design and maintenance. And popular aquatic plants. Barron's Educational Series. 96 pp.
- Billard, R. (1999). Carp: Biology and culture. INRA. Paris. 342 pp.
- Cabridenc, R. (1979). Efectos tóxicos de la polución sobre la fauna piscícola. En: La contaminación de las aguas continentales. Incidencia sobre la biocenosis acuática. (P. Pesson, Ed.) , Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, pp. 159-1 74.
- Camacho, A. & Ariosa, L. (2000). Diccionario de Términos Ambientales. NOVIB. La Habana. Pp. 17 – 23.
- Chatterjee, A.; Manush, S. & Mukherjee, T. (2004). Thermal tolerance and oxygen consumption of *Labeorohita* and *Cyprinus carpio* early fingerlings acclimated to three different temperatures. *Journal of Thermal Biology.* 29: 265–270
- Contero, R & Orlando, F (2005) Utilización de los bioensayos para la determinación de contaminación en agua de riego en el cuenca del rio Granobles.-La granja revista de ciencias de la vida. Ecuador.
- Cserhati, T.; Forgacs, E. & Oros, G. (2002). Biological activity and environmental impact of anionic surfactants. *Environ. Int.* 28, 337–348.

- ECOSOL, (2001). (European Center of Studies on LAB-LAS) Statistics, Brussels, Belgium.
- Eichhorn, P. (2001). Surfactants and their aerobic degradation products: formation, analysis, and occurrence in the aquatic environment. Dissertation of Doctoral Thesis. University of Mainz, Mainz, Germany. P.5
- Esclapés, M. (1999). Protocolos estándares para bioensayos de toxicidad con especies acuáticas y terrestres. Versión 2.0. PDVSA. INTEVEP. 213pp.
- FAO. (1974). Programa de investigaciones y fomento pequero México/PNUD.
- FAO. (1981). Manual de métodos de investigación del medio ambiente acuático. Parte 4a. Bases para la elección de ensayos biológicos para evaluar la contaminación marina. FAO, Doc. Tec. Pesca. (164): 34pp.
- García, J. & Pezo, R. (2011). Efectos tóxicos del detergente doméstico “Magia Blanca”, sobre las especies de peces *Piaractus brachipomus* (Cuvier, 1818) Paco y *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1818) Gamitana (Piscis, Characiformes), en ambientes controlados-Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.
- Jiménez, L.; Valero, O. & Mendoza, A. (2011). Efecto toxico de cuatro detergentes en las postlarvas del langostino (*Macrobrachiumtenellum*) Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de la Costa. Departamento de Ciencias Biológicas.
- Katz, B. (1979). Relationship of the physiology of aquatic organisms to the lethality of ioxicants: A broad overview with emphasis on membrane permeability. *Aquatic Toxicology*. 66, 62-76.

- Lau, M. (2018). Bioensayo agudo con cianuro total en alevines de tilapia gris *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) en ambiente controlado. Tesis de Ingeniero Pesquero Acuicultor. Lima: Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Lechuga, M. (2005). Biodegradación y toxicidad de tensioactivos comerciales. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Barcelona. Barcelona, España, 461 pp.
- León, A. (2006). Efecto ecotoxicológico de los detergentes biodegradables en la trucha “Arco Iris” *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1972), en el centro piscícola “El Ingenio”-Huancayo.
- Lozano-Rey, L. (1935). Los peces fluviales de España. *Merns. R. Acad. Cienc. exact. fis. nat. Madrid (ser. Ciencias naturales)*, 5: 1-390.
- Mason, C. (1981). *Biology of fresh water pollution*. Longman Nueva York, 250 p.
- Mi-Hui, L. (2008). Effects of nonionic and ionic surfactants on survival, oxidative stress, and cholinesterase activity of planarian. *Chemosphere* 70, 1796–1803.
- Nimer, M. (2007). Estudio del comportamiento del Sulfonato de Alquibenceno Lineal (LAS) en una parcela agrícola de la vega de granada. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Departamento de Química Analítica. Universidad de Granada.
- Peraza, R. & Delgado, V. (2012). Determinación de la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de cuatro detergentes domésticos biodegradables en *Laeonereis culveri*(WEBSTER,1879),Universidad de Quintana Roo-Mexico.
- Petterson, A.; Adamsson, M. & Dave, G. (2000). Toxicity and detoxification of Swedish detergents and softener products. *Chemosphere*. 1(10):1611-1620

- PROFEPA (2002). Análisis de calidad de detergentes. Revista del consumidor. (Mexico).
- Rodríguez, J. & Esclapés, M. (1995). Protocolos estándares para bioensayos de toxicidad con especies acuáticas 1.0. Gerencia general de Tecnología. Departamento de Ecología y Ambiente. INTEVEP. PDVSA. Venezuela. 109pp.
- Sanchez, L. & Andrade, S. (2009). Determinacion de la concentración letal media ( $CL_{50-96}$ ) del cianuro, por medio de bioensayos sobre alevinos de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*). Bogota
- Satyanarayan S., Bejankiwar R.S., Chaudhari P.R., Kotangale J.P. & Satyanarayan A. (2004). Impact of some chlorinated pesticides on the haematology of the fish *Cyprinus carpio* and *Puntius ticto*. Journal of Environment Science. (China). 16 : 631-634.
- Temara A., Carr G., Webb S., Versteeg D. y Feijtel T. (2001). Marine risk assessment: Linear alkylbenzene sulfonates (LAS) in the North Sea. Mar. Poll. Bull. 8, 635-642.
- Torres. S. & Quintero, V, (2010). Determinación de la concentración letal media de aluminio y arsénico mediante bioensayo de toxicidad acuática sobre *Daphnia Magna*. Bogota
- Valverde, S. (2015). Bioensayo Agudo con Sulfato de Cobre en Alevinos de Carpa *Cyprinus Carpio* (LINNAEUS,1758) y su posible Impacto debido a la Actividad Minera. Tesis para Maestro en Ciencias con Mención en minería y medio ambiente. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.



Walker, C.; Hopkin, S.; Sibly, R. & Peakall, D. (1996). Principles of Ecotoxicology. Taylor y Francis 1st ed. 321 pp.

Yilmaz, E.; Sahin, A.; Duru, M. & Akyurt, I. (2005). The effect of varying dietary energy on growth and feeding behaviour of common carp. *Cyprinus carpio*. under experimental conditions. *Applied Animal Behaviour Science*. 92: 85–92.

Zambrano, C. (1983). Tesis “Evaluación toxicológica del comportamiento de la Lisa *Mugilcephalus*. Frente al metanol utilizado Métodos radio químicos contribución a la toxicología marina”. pp. 9-26.

#### Paginas Web

- Fishbase. 2009. <http://www.fishbase.org/Summary/SpeciesSummary.php?id=1450>
- [http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Cyprinus\\_carpio/es](http://www.fao.org/fishery/culturedspecies/Cyprinus_carpio/es)
- <http://guiadepeces.org/agua-dulce/carpa-comun/>
- <https://www.monografias.com/docs/Contaminacion-organica-F3YUJCUPC8G2Y>

## **6. ANEXOS**

### **Anexo 1. Hoja de seguridad de Alquilbenceno Lineal**

<b>ÁCIDO C10-13 ALQUILBENCENOSULFÓNICO, SALES DE SODIO</b>		<b>ICSC: 1602</b>
		Octubre 2005
Alquilbenceno sulfonato sódico Ácido lineal alquilbencenosulfónico, sal sódica Lineal alquilbenceno sulfonato sódico LAS		
CAS:	69411-30-3	C <sub>11,9</sub> H <sub>24,2</sub> C <sub>9</sub> H <sub>4</sub> SO <sub>3</sub> Na
CE / EINECS:	270-115-0	Masa molecular: 342,4

TIPO DE PELIGRO / EXPOSICIÓN	PELIGROS AGUDOS / SÍNTOMAS	PREVENCIÓN	PRIMEROS AUXILIOS / LUCHA CONTRA INCENDIOS
INCENDIO	No combustible. En caso de incendio se desprenden humos (o gases) tóxicos e irritantes.		En caso de incendio en el entorno están permitidos todos los agentes extintores.
EXPLOSIÓN			

EXPOSICIÓN			
Inhalación	Tos. Dolor de garganta.	Extracción localizada o protección respiratoria.	Aire limpio, reposo.
Piel	Enrojecimiento. Dolor.	Guantes protectores.	Adarar la piel con agua abundante o ducharse.
Ojos	Enrojecimiento. Dolor. Quemaduras.	Gafas ajustadas de seguridad.	Enjuagar con agua abundante durante varios minutos (quitar las lentes de contacto si puede hacerse con facilidad), después proporcionar asistencia médica.
Ingestión	Diarrea. Náuseas. Vómitos.	No comer, ni beber, ni fumar durante el trabajo.	Enjuagar la boca. NO provocar el vómito.

DERRAMES Y FUGAS	ENVASADO Y ETIQUETADO
Protección personal adicional: respirador de filtro P2 contra partículas nocivas. NO permitir que este producto químico se incorpore al ambiente. Barrer la sustancia derramada e introducirla en un recipiente; si fuera necesario, humedecer el polvo para evitar su dispersión.	
RESPUESTA DE EMERGENCIA	ALMACENAMIENTO
	Almacenar en un área sin acceso a desagües o alcantarillas. Separado de ácidos.

IPCS  
International  
Programme on  
Chemical Safety



Preparada en el Contexto de Cooperación entre el IPCS y la Comisión Europea © CE, IPCS, 2006

**ÁCIDO C10-13-ALQUILBENCENOSULFÓNICO, SALES DE SODIO****ICSC: 1602****DATOS IMPORTANTES****ESTADO FÍSICO; ASPECTO:**

Sólido en diversas formas.

**PELIGROS QUÍMICOS:**

La sustancia se descompone al calentarla intensamente, produciendo humos tóxicos y corrosivos, incluyendo óxidos de azufre. Reacciona con ácidos, produciendo humos tóxicos y corrosivos, incluyendo óxidos de azufre.

**LÍMITES DE EXPOSICIÓN:**

TLV no establecido.

MAK no establecido.

**VÍAS DE EXPOSICIÓN:**

La sustancia se puede absorber por ingestión.

**RIESGO DE INHALACIÓN:**

Puede alcanzarse rápidamente una concentración nociva de partículas suspendidas en el aire cuando se dispersa.

**EFFECTOS DE EXPOSICIÓN DE CORTA DURACIÓN:**

La sustancia irrita la piel y el tracto respiratorio y es corrosiva para los ojos.

**PROPIEDADES FÍSICAS**

Punto de ebullición: 637 °C

Punto de fusión: 277 °C

Densidad relativa (agua = 1): 1,06

Solubilidad en agua, g/100 ml a 20 °C: 25

Presión de vapor: despreciable

Coeficiente de reparto octanol/agua como log Pow: 3,32

**DATOS AMBIENTALES**

La sustancia es tóxica para los organismos acuáticos.

**NOTAS**

La sustancia se vende generalmente como un concentrado del 50%. La cadena alquímica lineal tiene habitualmente de 10 a 13 átomos de carbono, aproximadamente en la siguiente relación molar (porcentaje de longitud de cadena alquímica relativa al componente total) C10:C11:C12:C13= 13:30:33:24. Las formulaciones de los alquilbencenos sulfonatos lineales disponibles en EEUU contienen también un 0,5% del componente C14.

**INFORMACIÓN ADICIONAL****Nota legal**

Esta ficha contiene la opinión colectiva del Comité Internacional de Expertos del IPCS y es independiente de requisitos legales. Su posible uso no es responsabilidad de la CE, el IPCS, sus representantes o el INSHT, autor de la versión española.

© IPCS, CE 2006

**NORMATIVA AMBIENTAL**

## Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

DECRETO SUPREMO  
N° 004-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud a lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,

publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

### Artículo 1.- Objeto de la norma

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

### Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

### Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

#### 3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

##### a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

##### - A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

##### - A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

##### - A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

##### b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:



**- B1. Contacto primario**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

**- B2. Contacto secundario**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

**3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales****a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabritas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

**b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

**c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

**d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

**3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales****a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

**- Agua para riego no restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

**- Agua para riego restringido**

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

**b) Subcategoría D2: Bebida de animales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

**3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

**a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

**b) Subcategoría E2: Ríos**

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

**- Ríos de la costa y sierra**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Títicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

**- Ríos de la selva**

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

**c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos****- Estuarios**

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

**- Marinos**

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precisese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

**Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua**

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

**Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio**

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,



químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

#### **Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua**

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

#### **Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla**

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

#### **Artículo 8.- Sistematización de la información**

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

#### **Artículo 9.- Refrendo**

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, el Ministro de Agricultura y Riego, el Ministro de Energía y Minas, la Ministra de Salud, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

#### **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES**

##### **Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados**

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

##### **Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua**

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

##### **Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas**

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

#### **DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS**

##### **Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente**

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

##### **Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas**

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

##### **Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados**

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del



Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
<b>ORGÁNICOS</b>				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>6</sub> - C <sub>20</sub> )	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	( e )	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodoclorometano	mg/L	0,06	**	**
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
<b>BTEX</b>				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
<b>Organofosforados</b>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
<b>II. CIANOTOXINAS</b>				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
<b>III. BIFENILOS POLICLORADOS</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copepodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>6</sup>	<5x10 <sup>6</sup>

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N ( $\text{NO}_2\text{-N}$ ), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos ( $\text{NO}_2$ ).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoformo, Cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{E_{\text{CAcloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{E_{\text{CADibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodichlorometano}}}{E_{\text{CABromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{E_{\text{CABromoformo}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y

ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoformo, cloroformo, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

#### Nota 1:

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

#### Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
<b>FISICOS- QUÍMICOS</b>			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $\text{DBO}_5$ )	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos ( $\text{NO}_3\text{-N}$ )	mg/L	10	**
Nitritos ( $\text{NO}_2\text{-N}$ )	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
<i>Giardia duodenalis</i>	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
<i>Salmonella spp</i>	Presencia/100 ml	0	0
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

#### Nota 2:

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.
- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

**Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoniac Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>)**

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

**Nota:**

(\*)El estándar de calidad de Amoniac total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(\*\*)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoniac-N (NH<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoniac (NH<sub>3</sub>).

**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FISICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L		5	10
Bicarbonatos	mg/L		518	**
Cianuro Wad	mg/L		0,1	0,1
Cloruros	mg/L		500	**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co		100 (a)	100 (a)
Conductividad	(µS/cm)		2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBQ <sub>5</sub> )	mg/L		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L		0,2	0,5
Fenoles	mg/L		0,002	0,01
Fluoruros	mg/L		1	**
Nitratos (NO <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L		100	100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L		10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L		≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH		6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L		1 000	1 000
Temperatura	°C		Δ 3	Δ 3
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L		5	5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L		0,1	0,2
Bario	mg/L		0,7	**
Berilio	mg/L		0,1	0,1
Boro	mg/L		1	5
Cadmio	mg/L		0,01	0,05
Cobre	mg/L		0,2	0,5
Cobalto	mg/L		0,05	1
Cromo Total	mg/L		0,1	1
Hierro	mg/L		5	**
Litio	mg/L		2,5	2,5
Magnesio	mg/L		**	250
Manganeso	mg/L		0,2	0,2
Mercurio	mg/L		0,001	0,01
Níquel	mg/L		0,2	1
Plomo	mg/L		0,05	0,05
Selenio	mg/L		0,02	0,05
Zinc	mg/L		2	24

**ORGÁNICO**

**Bifenilos Policlorados**

Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L		0,04	0,045
------------------------------	------	--	------	-------

**PLAGUICIDAS**

Paratión	µg/L		35	35
----------	------	--	----	----

**Organoclorados**

Aldrin	µg/L		0,004	0,7
Clordano	µg/L		0,006	7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L		0,001	30
Dieldrin	µg/L		0,5	0,5
Endosulfán	µg/L		0,01	0,01
Endrin	µg/L		0,004	0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L		0,01	0,03
Lindano	µg/L		4	4

**Carbamato**

Aldicarb	µg/L		1	11
----------	------	--	---	----

**MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO**

Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 4:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

## Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Rios		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
<b>FISICOS- QUIMICOS</b>						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH <sub>3</sub> )	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
<b>INORGANICOS</b>						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
<b>ORGANICOS</b>						
<b>Compuestos Orgánicos Volátiles</b>						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
<b>BTEX</b>						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Bifenilos Policlorados</b>						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
<b>PLAGUICIDAS</b>						
<b>Organofosforados</b>						
Melatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
<b>Organoclorados</b>						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,0000036	0,0000036



Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Rios		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
<b>Carbamato</b>						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coiliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

- (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
  - (b) Después de la filtración simple.
  - (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>).
- Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

**Nota 5:**

- El símbolo \*\* dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.
- (1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH<sub>3</sub>) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.
- (2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH<sub>3</sub>).

**Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH<sub>3</sub>)**

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
<b>Salinidad 10 g/kg</b>								
7,0	41,00	29,00	20,00	14,00	9,40	6,60	4,40	3,10
7,2	26,00	18,00	12,00	8,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,80	5,30	3,70	2,60	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,44	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,56	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
<b>Salinidad 20 g/kg</b>								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10
7,2	27,00	19,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,60	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,90	4,70	3,40	2,30	1,60	1,10	0,78	0,53
8,0	4,40	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,80	1,90	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,24
8,4	1,80	1,20	0,84	0,59	0,44	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,78	0,56	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,34	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07
<b>Salinidad 30 g/kg</b>								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,20	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	8,70	5,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,60	3,70	3,10	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,81	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,69	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,84	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,78	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,50	0,34	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

**Notas:**

- (\*)El estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.
- (\*\*)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH<sub>3</sub>-N), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH<sub>3</sub>).

**NOTA GENERAL:**

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.
- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

