

1-1-2014

Determinación de la concentración letal media (CL50-48) de hidróxido de amonio y zinc con organismos *Daphnia magna*

Luisa Fernanda Ospina Vargas
Universidad de La Salle, Bogotá

Diana Yolima Méndez Walteros
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria

Citación recomendada

Ospina Vargas, L. F., & Méndez Walteros, D. Y. (2014). Determinación de la concentración letal media (CL50-48) de hidróxido de amonio y zinc con organismos *Daphnia magna*. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/910

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE
HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna***

Trabajo de grado para optar al Título de Ingenieros Ambientales y Sanitarios.

Director

PEDRO MIGUEL ESCOBAR MALAVER

Químico industrial

Lic. Químico y Biología

MSc. Alta Gestión, Consultoría Y Verificación Medio Ambiental

MSc. Residuos Urbanos e Industriales

LUISA FERNANDA OSPINA VARGAS

DIANA YOLIMA MÉNDEZ WALTEROS

Estudiantes de Ingeniería Ambiental y Sanitaria

UNIVERSIDAD DE LA SALLE

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA

BOGOTA

2014

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC
CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 2**

Nota de aceptación:

Firma del Director de Tesis

Firma del Jurado 1

Firma del Jurado 2

Bogotá, Julio de 2014

AGRADECIMIENTOS

A pesar de los inconvenientes de tiempo y herramientas, encontramos personas que contribuyeron para el exitoso desarrollo de este proyecto.

A Dios, nuestros padres, hermano (s) y amigos que hicieron parte del mismo, les agradecemos profundamente su paciencia, perseverancia y apoyo incondicional.

A nuestro Director y guía de este proyecto de investigación, Pedro Miguel Escobar Malaver quien nos aportó conocimientos, experiencia y apoyo durante el transcurso de este proyecto.

Por último agradecemos al Químico Camilo Venegas quien nos brindó apoyo y aportó herramientas que fueron útiles para finalizar este proyecto.

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 16 |
| 2. OBJETIVOS..... | 17 |
| 2.1 Objetivo general..... | 17 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 17 |
| 3. MARCO TEÓRICO | 18 |
| 3.1 Organismo de prueba..... | 18 |
| 3.1.1 Daphnia magna | 18 |
| 3.2 Toxicología | 21 |
| 3.2.1 Toxicidad | 21 |
| 3.2.2 Tóxico | 21 |
| 3.2.3 Dosis letal media | 22 |
| 3.2.4 Toxicología ambiental | 22 |
| 3.2.5 Pruebas de toxicidad..... | 22 |
| 3.2.6 Tipos de pruebas | 22 |
| 3.2.7 Ensayo de toxicidad | 23 |
| 3.3 Sustancias a trabajar en el bioensayo..... | 24 |
| 3.3.1 Hidróxido de amonio..... | 24 |
| 3.3.2 Zinc | 26 |
| 4. MARCO LEGAL..... | 29 |
| 5. METODOLOGIA | 30 |
| 5.1 Reactivos, materiales y equipos de laboratorio..... | 31 |
| 5.1.1 FASE I: Recolección y recopilación de información..... | 35 |
| 5.1.2 FASE II: Mantenimiento | 35 |
| 5.1.3 FASE III: ensayos de sensibilidad | 42 |
| 5.1.4 FASE IV: Ensayos de toxicidad | 42 |
| 5.1.5 FASE V: Resultados (probit, anova y coeficiente de variación)..... | 43 |
| 5.1.6 Vertimiento industrial con zinc | 43 |
| 6. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS | 46 |
| 6.1 Agua Reconstituida | 46 |
| 6.2 Ciclo de vida del cultivo de Daphnia magna | 50 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC
CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 5**

| | | |
|--------|--|-----|
| 6.3 | Pruebas de toxicidad..... | 51 |
| 6.3.1. | Pruebas de sensibilidad con dicromato de potasio | 51 |
| 6.3.2 | Pruebas toxicológicas con zinc..... | 57 |
| 6.3.3 | Pruebas toxicológicas con Hidróxido de Amonio..... | 64 |
| 6.3.4 | Generalidades de la industria galvanotécnica | 71 |
| 6.3.5 | Prueba de toxicidad vertimiento sin tratar con zinc..... | 72 |
| 6.3.6 | Prueba de toxicidad del vertimiento tratado..... | 78 |
| 7. | CONCLUSIONES..... | 85 |
| 8. | RECOMENDACIONES..... | 86 |
| 9. | BIBLIOGRAFÍA..... | 888 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla N° 1. Marco Legal..... | 29 |
| Tabla N° 2 Variables Del Proyecto..... | 30 |
| Tabla N° 3 Fases de la Metodología..... | 31 |
| Tabla N° 4 Materiales De Laboratorio..... | 32 |
| Tabla N° 5 Parámetros a controlar en el cultivo de <i>Daphnia magna</i> | 35 |
| Tabla N° 6 Composición para el agua reconstituida del cultivo..... | 36 |
| Tabla N° 7 Parámetros a medir del agua reconstituida..... | 37 |
| Tabla N° 8 Reactivos para la preparación del medio Bristol..... | 40 |
| Tabla N° 9 Rangos de Índices Toxicológicos..... | 44 |
| Tabla N° 10. Prueba preliminar con Dicromato de Potasio..... | 50 |
| Tabla N° 11. Prueba definitiva con Dicromato de Potasio..... | 51 |
| Tabla N° 12. Número de réplicas..... | 52 |
| Tabla N° 13. Análisis de la Varianza de Dicromato de Potasio..... | 52 |
| Tabla N° 14. CL ₅₀₋₄₈ de Dicromato de Potasio obtenida por método Probit..... | 53 |
| Tabla N° 15. Comparación de Resultados con Dicromato de Potasio..... | 55 |
| Tabla N° 16. Prueba Preliminar con Zinc..... | 56 |
| Tabla N° 17. Prueba Definitiva con Zinc..... | 57 |
| Tabla N° 18. Número de réplicas..... | 57 |
| Tabla N° 19. Análisis de la Varianza con Zinc..... | 58 |
| Tabla N° 20. CL ₅₀₋₄₈ de Zinc obtenida por Método Probit..... | 59 |
| Tabla N° 21. Comparación de Resultados Con Zinc..... | 61 |
| Tabla N° 22. Datos CL _{50 - 48} de Zinc..... | 62 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC
CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 7**

| | |
|--|----|
| Tabla N° 23. Desviación Estándar Zinc..... | 63 |
| Tabla N° 24. Prueba Preliminar con Hidróxido de amonio..... | 64 |
| Tabla N° 25. Prueba Definitiva con Hidróxido de amonio..... | 64 |
| Tabla N° 26. Análisis de Varianza con Hidróxido de amonio..... | 65 |
| Tabla N° 27. Análisis de la Varianza con Hidróxido de Amonio..... | 65 |
| Tabla N° 28. CL ₅₀₋₄₈ de Hidróxido de amonio obtenida por método Probit..... | 66 |
| Tabla N° 29. Datos CL ₅₀₋₄₈ de Hidróxido de amonio..... | 68 |
| Tabla N° 30. Desviación Estándar Hidróxido de Amonio..... | 69 |
| Tabla N° 31. Parámetros fisicoquímicos de vertimiento sin tratar con Zinc..... | 70 |
| Tabla N° 32. Prueba Preliminar del vertimiento sin tratar con Zinc..... | 71 |
| Tabla N° 33. Prueba Definitiva del Vertimiento sin tratar..... | 71 |
| Tabla N° 34. Carta de control de las pruebas con el vertimiento sin tratar..... | 72 |
| Tabla N° 35. CL ₅₀₋₄₈ del vertimiento sin tratar y su respectiva varianza..... | 74 |
| Tabla N° 36. Caracterización de parámetros fisicoquímicos del vertimiento tratado..... | 76 |
| Tabla N°37. Cumplimiento de parámetros del vertimiento tratado de acuerdo al Decreto 1594/84..... | 77 |
| Tabla N° 38. Pruebas definitivas con el vertimiento tratado..... | 77 |
| Tabla N° 39. Carta de control de las pruebas con el vertimiento tratado..... | 78 |
| Tabla N°40. Concentración letal media del vertimiento tratado y su respectiva varianza..... | 80 |

LISTA DE GRÁFICAS

| | |
|---|----|
| Grafico N° 1. Guía de preparación para el Agua Reconstituida..... | 37 |
| Grafica N° 2. Comportamiento de la Dureza Respecto al Tiempo..... | 46 |
| Grafica N° 3. Comportamiento del Oxígeno Disuelto respecto al Tiempo..... | 46 |
| Grafica N° 4. Comportamiento de la Temperatura respecto al Tiempo..... | 47 |
| Grafico N° 5. Comportamiento de pH con respecto al Tiempo..... | 48 |
| Grafico N° 6. Control de natalidad de <i>Daphnia magna</i> | 51 |
| Grafico N° 7. CL ₅₀₋₄₈ para Dicromato de Potasio..... | 56 |
| Grafico N° 8. CL ₅₀₋₄₈ para Zinc..... | 62 |
| Grafico N° 9. CL ₅₀₋₄₈ para Hidróxido de Amonio..... | 69 |
| Gráfica N° 10. CL ₅₀₋₄₈ del vertimiento sin tratar..... | 75 |
| Gráfica N° 11. Determinación del índice toxicológico del vertimiento sin tratar..... | 77 |
| Gráfica N° 12. CL ₅₀₋₄₈ del vertimiento tratado..... | 81 |
| Gráfica N° 13. Índice toxicológico del vertimiento tratado..... | 84 |
| Gráfica N° 14. Comparación del índice toxicológico del vertimiento sin tratar Vs el vertimiento tratado..... | 84 |

LISTA DE IMÁGENES

| | |
|--|----|
| Imagen N° 1. <i>Daphnia magna</i> | 18 |
| Imagen N° 2. Cabeza de la especie <i>Daphnia magna</i> | 20 |
| Imagen N° 3. Cuerpo de la especie <i>Daphnia magna</i> | 20 |
| Imagen N° 4. Separación de organismos..... | 36 |
| Imagen N° 5. Pecera..... | 36 |
| Imagen N° 6. Organismos separados..... | 36 |
| Imagen N° 7. Copas para separar los organismos..... | 36 |
| Imagen N° 8. Reactivos para la preparación del Medio Bristol..... | 38 |
| Imagen N° 9. Medio Bristol y Aireador..... | 39 |
| Imagen N° 10. Medio Bristol..... | 39 |
| Imagen N° 11. Centrifugador..... | 39 |
| Imagen N° 12. Solución Madre (K ₂ Cr ₂ O ₇)..... | 41 |
| Imagen N° 13. Concentraciones (K ₂ Cr ₂ O ₇)..... | 41 |

LISTAS DE ANEXOS

ANEXO 1. Parámetros monitoreados del Agua Reconstituida

ANEXO 2. Conteo de Algas Verdes

ANEXO 3. Control de cultivos de *Daphnia magna*

ANEXO 3A. Coeficiente de variación Dicromato de Potasio

ANEXO 4. Registro de Test estático de Toxicidad Aguda

ANEXO 5. Resultados en Probit de los test estáticos de Toxicidad

ANEXO 6. Resultados en Anova de los test estáticos de Toxicidad Aguda

ANEXO 7. Protocolo para la elaboración de las soluciones de pruebas toxicológicas

ANEXO 8. Diagrama de flujo de la metodología experimental

ANEXO 9. Resultados fisicoquímicos del vertimiento sin tratar

ANEXO 10. Resultados fisicoquímicos del vertimiento tratado

GLOSARIO

Bioensayo: Herramienta de diagnóstico para determinar el efecto de agentes físicos y químicos sobre organismos de prueba bajo condiciones experimentales específicas y controladas.

Agua Reconstituida: Agua preparada en el laboratorio a base de reactivos para garantizar las condiciones favorables para la especie durante los procesos de estandarización y mantenimiento del cultivo de la especie.

Aireación: Adición de aire al medio Bristol para mantener o elevar su oxígeno disuelto.

Batería de Ensayo: Hace referencia al acondicionamiento del montaje de los ensayos de toxicidad, está constituido por una bandeja plástica de 24 copas de diferentes concentraciones: 10 ml de la concentración (v/v) o dilución con 5 individuos de *Daphnia magna*.

Bioindicación de la Calidad del Agua: es el uso de organismos sensibles a un determinado contaminante con efectos visibles macroscópicamente o microscópicamente, a fin de evaluar la calidad del agua. Proporciona una información semi-cuantitativa sobre la contaminación del medio acuático y permite evaluar directamente el impacto ambiental de los contaminantes.

Contaminante: Es aquel compuesto químico que debido a sus propiedades y características representan un riesgo a la salud.

Concentración Letal: Aquella cantidad de sustancia o concentración obtenida estadísticamente de una sustancia que resulta mortal al ser administrada.

Concentración Letal Inicial Media: Concentración nominal del agente tóxico, al inicio de la prueba, que causa efecto agudo al 50 % de los organismos en un determinado periodo de exposición.

Concentración Letal Media: Concentración del compuesto tóxico que afecta al 50% de la población de la especie modelo, causando su muerte, bajo condiciones de prueba en un tiempo determinado.

***Daphnia magna*:** Crustáceos planctónicos pertenecientes al orden cladóceros que viven en aguas dulces.

***Daphnia magna*-madres:** Crustáceos planctónicas que se encuentran en el ambiente óptimo para su reproducción partenogenética en condiciones controladas.

Dosis: La cantidad de una sustancia a la que se expone un organismo durante un período de tiempo.

Dureza: Concentración de compuestos minerales que hay en una determinada cantidad de agua, en particular sales de magnesio y calcio.

Efecto: Es el cambio biológico producido tanto en el nivel de organismo individual como en niveles de organización inferiores o superiores al individuo, asociado a la exposición al tóxico.

Efipio: son estructuras de resistencia que aparecen en la especie *Daphnia magna* cuando las condiciones ambientales son adversas.

Ensayo Definitivo: Prueba diseñada para establecer la concentración a la cual se presenta el efecto final establecido. Los periodos de exposición son mayores que las pruebas preliminares y las de intervalo, se utilizan múltiples concentraciones a estrechos intervalos y múltiples réplicas.

Ensayo de Toxicidad: Determinación del efecto de un material o mezcla sobre un grupo de organismos seleccionados bajo condiciones definidas. Mide las proporciones de organismos afectados o el grado del efecto luego de la exposición a la muestra.

Ensayo Preliminar (Screening): Prueba para determinarse si se produce un impacto. Estas pruebas se diseñan utilizando una concentración, múltiples réplicas y una exposición de 24 a 96 horas.

Fitoplancton: Es una población de algas microscópicas que flotan libremente en las diversas capas del agua. Existen formas unicelulares, colonias o filamentosas. Son las responsables de la base de la cadena alimenticia del medio acuático.

Medio Bristol: Solución de macro y micronutrientes necesarios para estimular el desarrollo de las algas verdes en condiciones estandarizadas.

Micronutrientes: Nutrientes que requieren de una planta en cantidades menores para su óptimo crecimiento (boro, cobre, zinc, molibdeno, cloro, hierro).

Macronutrientes: Nutrientes que requiere de una planta en cantidades mayores para su óptimo crecimiento (nitrógeno, fosforo, potasio).

Mantenimiento: Operación realizada con el fin de conservar el cultivo de los organismos en óptimas condiciones sin residuos de alimentación y caparazones de los microorganismos.

Neonatos: Crustáceos de la especie *Daphnia magna* de 6 a 24 horas de nacidos en condiciones controladas de laboratorio.

Pruebas preliminares (screening test.): Pruebas de toxicidad donde se establece el rango de concentraciones de sustancias problemáticas o vertimientos, en las cuales hay efectos observables en los organismos de prueba sin que se presente alta mortalidad.

Pruebas definitivas: Pruebas de toxicidad que se realizan a partir de los resultados de las pruebas preliminares. En ellas se determinan si se puede mantener las mismas concentraciones o si es necesario cambiar el factor de dilución en algún intervalo u otro aspecto que resulte relevante.

Prueba de Toxicidad: La determinación del potencial tóxico de una sustancia en particular, bajo condiciones específicas, en un grupo de organismos seleccionados.

Pruebas de toxicidad Aguda: El principio de estas pruebas es determinar bajo condiciones específicas de una sustancia pura o efluente su letalidad al 50% de la población expuesta después de un periodo de exposición de 24, 48, 72 o 96 horas. Esta determinación se designa como la concentración letal media en el periodo de exposición.

Prueba de Sensibilidad: Estandarización de pruebas de toxicidad, cuyo propósito es establecer la sensibilidad de las especies y su secuencia de efecto frente a un tóxico de referencia, según sus repeticiones: Con esto se garantiza y certifica la confiabilidad de los datos en relación con la capacidad de respuesta de los organismos. Con las pruebas se determina el rango de sensibilidad frente al tiempo de exposición y, de igual manera, se comprueba que la manifestación de los organismos expuestos se debe al efecto tóxico de referencia y no a fallas operacionales en la aplicación del método.

Prueba de Viabilidad: Ensayo que permite conocer el estado del agua reconstituida por medio experimental el parámetro de dureza final con los bio-indicadores.

Réplica: Batería de ensayo que contiene un número específico de organismos en una concentración dilución de muestra definida.

Tiempo de Exposición: Tiempo en que los organismos se encuentran en contacto con la sustancia prueba.

Tolerancia: Habilidad de un organismo a tolerar una condición dada por un periodo de tiempo prolongado de exposición, sin que muera.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE
HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna***

Ospina, L. F¹, Méndez, D. Y².

Universidad de la Salle

Resumen

En este proyecto se realizó un estudio confiable mediante ensayos de toxicidad, estos ensayos consisten en la exposición de grupos de organismos, por un tiempo definido y a determinadas concentraciones del tóxico. Sustancias como el Hidróxido de Amonio genera a largo plazo riesgos para la salud humana (cáncer y daños a la salud reproductiva), es utilizado en productos de limpieza doméstica, fotografía, fertilizantes, textiles, caucho y fármacos, entre otros.

Se dio importancia en esta investigación al zinc ya que grandes cantidades de esta sustancia son arrojadas a aguas residuales por plantas industriales, las cuales no son tratadas satisfactoriamente y gracias a esto se ha incrementado la acidez en las aguas interrumpiendo procesos naturales en los suelos, con influencias negativas en la actividad de microorganismos y lombrices, y por lo tanto una lenta descomposición de la materia orgánica.

El objetivo de este proyecto fue determinar la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc, mediante pruebas de toxicidad con organismos *Daphnia magna*. La evaluación del sistema de cultivo *Daphnia magna* se efectuó mediante observaciones periódicas del desarrollo de la población (incremento general de la población y conteo de hembras fertilizadas). Las pruebas efectuadas se llevaron a cabo utilizando los neonatos nacidos en un tiempo no mayor a 24 horas, sometiendo los mismos a intervalos de 48 horas respectivamente a diferentes concentraciones. Posteriormente se calculó la cantidad de neonatos que no resistieron el tiempo de exposición.

¹ Ospina, Luisa Fernanda. Estudiante de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Cod. 41042000
e-mail: lu_ospina@hotmail.com

² Méndez, Diana Yolima. Estudiante de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Cod. 41062008
e-mail: dianitaymw@hotmail.com

Finalmente se realizó un estudio estadístico (software PROBIT), que permite calcular los respectivos valores de la concentración letal media obtenida bajo los resultados de las pruebas realizadas, posteriormente se analizó mediante el método ANOVA, el cual contrastó la concentración de un tóxico y el efecto al cual fue sometido el organismo vivo. El uso de bio-indicadores en esta investigación es de gran aporte ya que son una estrategia simple y efectiva para comprobar la presencia de contaminación que estaría afectando a cualquier ecosistema en estudio.

Palabras Claves: hidróxido de amonio, Ensayos Toxicológicos, *Daphnia magna*

ABSTRACT

Toxicity tests consist of exposing group of organisms by a definite time and certain toxic concentrations. It is vital to analyze these, as substances like ammonium hydroxide represents a long-term risks to human health such as cancer and damage to reproductive health, without mention that is a toxic for the environment as it is used in household cleaning products, photography, fertilizers, textiles, rubber and drugs, it is also used as a refrigerant.

About zinc, large quantities of this material are thrown into the waste water of industrial plants, which are not purified satisfactory and it is possible to see thanks to this in the rivers are depositing contaminated sludge with Zinc on its banks, which increases acidic waters, it is worth mentioning that this can interrupt the activity in soils, as it negatively influences the activity of microorganisms and earthworms, and therefore slow decomposition of organic matter

The objective of this project was to determine the median lethal concentration (LC₅₀₋₄₈) of ammonium hydroxide and zinc toxicity tests using *Daphnia magna* organisms. The evaluation of *Daphnia magna* culture system was performed by periodic observations of population development (general increase in population count and gravid females). Testing is conducted using neonates born in a time not exceeding 24 hours, subjecting them to 48-hour intervals respectively at different concentrations. Then it must calculate the number of infants who did not resist the exposure time.

Finally a statistical study will do realizing (PROBIT software), which will calculate the respective values of the median lethal concentration obtained on the results of the tests, then there will be an analysis using the ANOVA method, which contrast the concentration of a toxicant conduct and effect which was submitted to the living organism. The use of biomarkers

in this research is a great contribution because they are a simple and effective strategy to prove the presence of contamination that would affect the ecosystem under study.

Key words: Ammonium Hydroxide, toxicological test, *Daphnia magna*

1. INTRODUCCIÓN

Los acelerados procesos de contaminación que aquejan a la sociedad van acompañados con el aumento de la población y la diversificación de las actividades humanas. Por lo tanto la contaminación es una respuesta a los procesos productivos que afecta a la salud humana, perdurabilidad y mantenimiento de los ecosistemas.

Cada vez el deterioro ambiental se hace más notable en el recurso hídrico, pues es un insumo básico para la subsistencia de todo organismo vivo y para las actividades productivas del hombre. Con el fin de prevenir los problemas derivados de la contaminación, se efectúa un control periódico de la calidad del agua (sustancias disueltas o suspendidas); estos controles se han llevado a cabo con el análisis específico de cada una de las sustancias contaminante y la concentración en que estas se encuentran. Muchos países han incorporado estudios con bioensayos sometiendo deliberadamente a algún ser vivo a distintas concentraciones. La ventaja de estos métodos es que nos informan si en el agua hay alguna sustancia que resulte tóxica; dicho de otra forma, algún agente que pueda producir un efecto adverso en el sistema biológico, dañar su estructura o función, o producir la muerte.

Es de gran importancia desarrollar pruebas que evalúen la afectación que el hidróxido de amonio y zinc pueden generar directa o indirectamente a un ecosistema.

Por tal razón en este proyecto se desea demostrar que estos ensayos son una metodología práctica para caracterizar vertimientos industriales y aportar herramientas que permitan aportar una solución ambiental a la toxicidad que presenta para este caso la empresa galvanotécnica la cual presenta zinc en sus vertimientos.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio con organismos *Daphnia magna*.

2.2 Objetivos específicos

- ❖ Determinar la sensibilidad de *Daphnia magna* expuesta a Dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇) como tóxico de referencia.
- ❖ Determinar la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈), del Hidróxido de Amonio para *Daphnia magna*.
- ❖ Determinar la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈), del Zinc para *Daphnia magna*.
- ❖ Determinar la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈), de Zinc para *Daphnia magna*, comparando el efecto del tratamiento fisicoquímico antes y después implementado en la industria galvanotécnica.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Organismo de prueba

3.1.1 *Daphnia magna*

También conocida como pulga de agua, es un crustáceo, pariente de los cangrejos que mide de 1 a 3 mm y vive en lagos y lagunas, alimentándose de algas microscópicas y sirviendo, a su vez, de alimento a los peces. Un medio líquido adecuado, con concentraciones salinas específicas y una dosis diaria de algas, permiten mantenerlas en óptimo estado de crecimiento y reproducción. Las pulgas de agua, tienen varios aspectos biológicos interesantes que las hacen ideales para los ensayos. A su corta vida, 3 o 4 semanas, se suma una alta fecundidad: una vez alcanzada su madurez se reproducen cada 48 horas. Prácticamente todos los individuos que se utilizan son genéticamente idénticos. Esto se debe a que se reproducen por “partenogénesis”, es decir que los huevos se desarrollan en embriones sin previa fecundación. Si se manipulan algunas condiciones físicas aparecen machos, y por fecundación se producen unos huevos que, encerrados en una gruesa cubierta de quitina, pueden conservarse, aún en seco, durante meses y años. Con estas “semillas se puede recomenzar un cultivo en el laboratorio.”³

Imagen N° 1. *Daphnia magna*

³ Ramírez, P y Mendoza, A., (2008) Ensayos Toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo. Primera edición. Secretaria de Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Consultado Lunes, 29 de Octubre de 2012



FUENTE: <http://evolution.unibas.ch/ebert/>
Consultado el Lunes, 29 de Octubre de 2012

3.1.1.1 Reproducción

Las pulgas de agua se reproducen partenogénicamente, usualmente desde mediados de Marzo hasta finales de Septiembre. La temperatura ambiente (al igual que la disponibilidad de alimento) influye profundamente en su reproducción, teniendo un rango ideal entre los 25 y los 30 °C. En condiciones de abundancia uno o más juveniles son criados en una bolsa de crianza que se encuentra al interior del exoesqueleto. Las *Daphnias* recién nacidas deben pasar por diferentes etapas de desarrollo antes de convertirse en adultos; el total de las mudas toma un tiempo aproximado de 2 semanas. Los jóvenes son copias de los adultos en miniatura; no son ninfas verdaderas o estados intermedios. Las hembras jóvenes son capaces de comenzar la reproducción a los 10 días de llegadas a la etapa adulta en condiciones ideales, y aquella es mantenida mientras el ecosistema sea capaz de soportar el crecimiento poblacional. Durante el invierno, en caso de sequía o cuando el ecosistema se vuelve nocivo para las pulgas de agua, la producción de generaciones de hembras cesa y comienza una creación de *Daphnias* machos por partenogénesis. Sin embargo, incluso bajo condiciones poco favorables, la cantidad de machos jamás superará la mitad de la población; incluso en algunas especies los machos son completamente desconocidos. Los machos son mucho menores que las hembras y normalmente poseen un apéndice abdominal especializado que es usado en el apareamiento, durante el cual toman a las hembras por detrás, abren con dicho apéndice su exoesqueleto, insertan la espermateca y fertilizan los huevos.

La producción de estos huevos se destina para asegurar la supervivencia de la población en periodos en los que predominen condiciones poco favorables. Los huevos se caracterizan por estar cubiertos de una capa extra, rica en queratina, llamada efipio, misma que se origina a partir de una cámara incubadora en la que las hembras almacenan los huevos.⁴

Esta capa extra preserva y protege al huevo de la (ultravioleta), la desecación, los parásitos y la ingestión por organismos mayores hasta que el ambiente sea favorable nuevamente. A esta estrategia de supervivencia se le denomina “criptobiosis”. A los huevos latentes con efipio se les suele llamar “huevos enquistados”. Adicionalmente a la estrategia de producción de huevos capaces de sobrepasar condiciones desfavorables, el mecanismo de reproducción sexual también existe como forma de incrementar la variabilidad genética entre una generación asexual y la siguiente generación sexual de la próxima primavera, lo que puede incrementar las posibilidades de adaptación a condiciones nuevas. Este modelo de reproducción sexual y asexual alternada se denomina de lotería.⁵

Cabeza y Cuerpo de *Daphnia magna*



Imagen N° 2. Cabeza de la especie *Daphnia magna*



Imagen N°3. Cuerpo de la especie *Daphnia magna*

⁴ Ramírez, P y Mendoza, A., (2008) Ensayos Toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo. Primera edición. Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Consultado Lunes, 29 de Octubre de 2012

⁵ Bressan, L., (2010) Dafnias-Daphnias. Enciclopedia Animal. Consultado <http://enciclopediaanimal.wordpress.com/las-dafnias-o-daphnias/>, Lunes, 29 de Octubre de 2012

FUENTE: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Daphnia_fg01.jpg?uselang=es
Consultado el Lunes, 29 de Octubre de 2012

3.2 Toxicología

Es la identificación y cuantificación de los efectos adversos asociados a la exposición a agentes físicos, sustancias químicas y otras situaciones. En ese sentido, la toxicología es tributaria, en materia de información, diseños de la investigación y métodos, de la mayoría de las ciencias biológicas básicas y disciplinas médicas, de la epidemiología y de determinadas esferas de la química y la física.⁶

3.2.1 Toxicidad

Se denomina toxicidad al grado de efectividad que poseen las sustancias que, por su composición, se consideran tóxicas. Se trata de una medida que se emplea para identificar al nivel tóxico de diversos fluidos o elementos, tanto afectando un organismo en su totalidad.⁶

3.2.2 Tóxico

Se aplica a la sustancia que puede causar trastornos graves o la muerte de un ser vivo por envenenamiento. Sustancia que ingerida, inhalada, absorbida, aplicada, inyectada o desarrollada en el interior del organismo es capaz, por sus propiedades químicas o físicas, de provocar alteraciones órgano-funcionales e incluso la muerte.⁶

⁶ The Free Dictionary. Consultado Lunes, 29 de Octubre de 2012 de <http://es.thefreedictionary.com/t%C3%B3xico>

3.2.3 *Dosis letal media*

Es la dosis única que, obtenida por estadística, de una sustancia de la que puede esperarse que produzca la muerte del 50% de los animales a los que se haya administrado. El valor de la DL₅₀ se expresa en peso de la sustancia por unidad de peso del animal (miligramos por kilo, mg/kg).⁷

3.2.4 *Toxicología ambiental*

Estudia daños causados al organismo por la exposición a los tóxicos que se encuentran en el medio ambiente. El objetivo principal de la toxicología ambiental es evaluar los impactos que producen en la salud pública la exposición de la población a los tóxicos ambientales presentes en un sitio contaminado. Es conveniente recalcar que se estudian los efectos sobre los humanos, aunque pudieran existir, en el sitio de estudio, otros blancos de los tóxicos tales como microorganismos, plantas, animales, etc.⁸

3.2.5 *Pruebas de toxicidad*

Las pruebas de bioensayos (o toxicidad) son empleadas para evaluar si el efecto de una mezcla de contaminantes en el agua es capaz de causar mortalidad en un organismo de prueba sensible que es expuesto a una serie de diluciones de la muestra acuosa a probar. De esta forma, se puede tener el efecto integral o en conjunto de la toxicidad de una muestra de agua o sedimento que tiene en su composición varios contaminantes tóxicos, que pueden actuar sinérgicamente o antagónicamente cuando se encuentran en mezcla, y estimar así el riesgo potencial de los contaminantes en las comunidades acuáticas.⁸

3.2.6 *Tipos de pruebas*

⁷ Repetto, M. y Sanz, P., (1993) Glosario de términos toxicológicos. Asociación Española de Toxicología. España

⁸ Repetto, M. y Sanz, P. (1993) Glosario de términos toxicológicos. Asociación Española de Toxicología. España

DE LABORATORIO: Reproducción parcial de las condiciones reales del ambiente.

DE CAMPO: Organismos mantenidos en contenedores sometidos a las condiciones del medio.

- Según sea la renovación del medio:

ESTÁTICO: Se establece la concentración del tóxico al principio del ensayo; el medio no se renueva.

SEMIESTÁTICO: Renovación periódica del medio de ensayo y del tóxico.

FLUJO CONTINUO: Renovación continua del medio de ensayo y tóxico.⁹

3.2.7 *Ensayo de toxicidad*

Se emplean para diferentes fines, como el establecimiento de concentraciones aceptables de diferentes parámetros, determinación del cumplimiento de la legislación y proporcionan resultados útiles para la protección de la salud pública y de la vida acuática frente al impacto causado los contaminantes en las aguas.⁹

3.2.7.1 *Tipos de ensayos*

AGUDO: Período de exposición corto en relación al tiempo de generación del organismo de prueba.

SUBCRÓNICO: El período de exposición cubre, al menos, el 10% del tiempo de generación del organismo de prueba.

CRÓNICO: El período de exposición cubre, al menos, una generación del organismo de prueba.

⁹ Ramírez, P y Mendoza, A. (2008) Ensayos Toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo. Primera edición. Secretaría de Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Consultado Lunes, 29 de Octubre de 2012

DE REPRODUCCIÓN: El período de exposición cubre, al menos, tres generaciones del organismo de prueba.

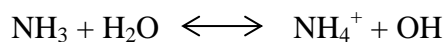
DE RECUPERACIÓN: El período de exposición es seguido por la transferencia y observación en un medio no tóxico.⁹

3.3 Sustancias a trabajar en el bioensayo

3.3.1 Hidróxido de amonio

El hidróxido de amonio es también conocido como agua de amoníaco o amoníaco acuoso es una solución de amoníaco en agua. Técnicamente, el término "Hidróxido de amonio" es incorrecto debido a que dicho compuesto no es aislable, sólo lo encontramos como ion amonio e ion hidróxido, es decir ya disociado. Sin embargo, dicho término da una fiel descripción de cómo se comporta una solución de amoníaco, siendo incluso este término usado por científicos e ingenieros. El agua de amoníaco se encuentra comúnmente en soluciones de limpieza doméstica; también existen equipos de química que contienen restos de esta sustancia.¹⁰

En soluciones acuosas, el amoníaco desprende una pequeña fracción del agua para dar iones de amonio e hidróxido según el siguiente equilibrio químico:



Con una constante de basicidad (K_b) de 1.8×10^{-5} , en una solución 1M de amoníaco, cerca de 0.42% del amoníaco ganará protones para convertirse en iones de amonio (equivalente a un pH de 11.63).¹⁰

El amoníaco acuoso es usado en análisis cualitativos de inorgánicos. Como muchas aminas, este muestra una coloración azul en soluciones de cobre (Cu^{2+}). El amoniaco en su estado puro se encuentra organizado de la siguiente manera: NH_4OH .¹⁰

Las soluciones de amoníaco pueden disolver residuos de plata, tales como los formados por el Reactivo de Tollen. También pueden disolver metales reactivos tales como el aluminio y el zinc, con la liberación de gas de hidrógeno. Cuando el hidróxido de amonio es mezclado con peróxido de hidrógeno con la presencia de un ion metálico, como el Cu^{2+} , el peróxido experimenta una rápida descomposición.¹⁰

3.3.1.1 Efectos del Hidróxido de Amonio sobre la salud

Los efectos agudos sobre la salud se pueden originar a corto plazo, pueden ocurrir inmediatamente o poco después de haber tenido contacto directo con el hidróxido de amonio:

- El contacto puede producir graves irritaciones y quemaduras, en la piel y los ojos que llevan a daño ocular.
- La exposición puede irritar la nariz, los ojos y la garganta.
- La inhalación de hidróxido de amonio, puede irritar el pulmón causando tos o falta de aire. La exposición más alta puede causar una emergencia médica caracterizada la acumulación del líquido en el pulmón e intensa falta de aire (edema pulmonar).¹⁰

Efectos crónicos sobre la salud: Los siguientes efectos a largo plazo pueden ocurrir después de un tiempo a la exposición al hidróxido de amonio y pueden perdurar durante meses o años:

- Riesgo de cáncer
- Riesgo para la salud reproductiva

- El hidróxido de amonio puede irritar el pulmón. La exposición repetida podría causar bronquitis con tos, flema o falta de aire.
- El contacto repetido con la piel puede causar sequedad, picazón y enrojecimiento.

3.3.1.2 Efectos del Hidróxido de amonio en el medio ambiente

Se puede presentar derrames los cuáles pueden contaminar el agua y el suelo, causando graves daños a los ecosistemas, es tóxico para el medio ambiente.¹⁰

3.3.2 Zinc

Elemento químico de símbolo Zn, número atómico 30 y peso atómico 65.37. Es un metal maleable, dúctil y de color gris. Se conocen 15 isótopos, cinco de los cuales son estables y tienen masas atómicas de 64, 66, 67, 68 y 70. Cerca de la mitad del zinc común se encuentra como isótopo de masa atómica 64.¹¹

Los usos más importantes del zinc los constituyen las aleaciones y el recubrimiento protector de otros metales. El hierro o el acero recubiertos con zinc se denominan galvanizados, y esto puede hacerse por inmersión del artículo en zinc fundido (proceso de hot-dip), depositando zinc electrolíticamente sobre el artículo como un baño chapeado (electrogalvanizado), exponiendo el artículo a zinc en polvo cerca de su punto de fusión (sherardizing) o rociándolo con zinc fundido (metalizado).¹¹

El zinc es uno de los elementos menos comunes; se estima que forma parte de la corteza terrestre en un 0.0005-0.02%. Ocupa el lugar 25 en orden de abundancia entre los elementos. Su principal mineral es la blenda, marmatita o esfalerita de zinc, ZnS. Es un elemento esencial para el

¹⁰ Hoja De Datos De Seguridad Para Hidróxido De Amonio (Msds) Nh4oh.pdf. Consultado el Lunes, 29 de Octubre de 2012.

¹¹. Tabla periódica. Recuperado de: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/zn.htm>. Consultado el Lunes, 29 de Octubre de 2012

desarrollo de muchas clases de organismos vegetales y animales. La deficiencia de zinc en la dieta humana deteriora el crecimiento y la madurez y produce también anemia. La insulina es una proteína que contiene zinc. El zinc está presente en la mayor parte de los alimentos, especialmente en los que son ricos en proteínas. En promedio, el cuerpo humano contiene cerca de dos gramos de zinc.¹¹

3.3.2.1 Efectos del Zinc sobre la salud

Las sales de zinc son astringentes, higroscópicas, corrosivas y antisépticas. Su acción precipitante sobre las proteínas constituye la base de sus efectos astringente y antiséptico y se absorben con relativa facilidad por vía cutánea.¹¹

El umbral de sabor de las sales de zinc es de aproximadamente 15 ppm; cuando el agua contiene 30 ppm de sales solubles de zinc, presenta un aspecto lechoso, y si la concentración alcanza 40 ppm, tiene además sabor metálico. Las sales de zinc son irritantes para el tracto gastrointestinal y su concentración en solución acuosa con efectos eméticos varía entre 675 y 2.280 ppm. La solubilidad del zinc en líquidos ligeramente ácidos, en presencia de hierro, ha provocado la ingestión accidental de grandes cantidades de zinc por la preparación de alimentos ácidos, como zumos de frutas, en recipientes de hierro galvanizado desgastados. Entre 20 minutos y 10 horas después de la ingestión se presenta fiebre, náuseas, vómitos, dolor de estómago y diarrea. Varias sales de zinc pueden entrar al organismo por inhalación, a través de la piel o por ingestión y producir intoxicación. El cloruro de zinc produce úlceras cutáneas. Esta sustancia química figura en la lista de sustancias extremadamente peligrosas para la salud (Special Health Hazard Substance List) ya que el polvo y las cenizas son inflamables y presentan grave peligro de

¹¹. Hoja Informática sobre sustancias peligrosas. Recuperado de: <http://www2.udec.cl/matpel/sustanciaspdf/z/ZINC.pdf>. Consultado el Lunes, 29 de Octubre de 2012.

incendio. La fabricación electrolítica de zinc puede producir nieblas que contengan ácido sulfúrico y sulfato de zinc y que pueden irritar el aparato respiratorio y digestivo y producir erosión dental.¹¹

En la metalurgia y la producción de zinc, las operaciones de soldadura y corte de metales galvanizados o zincados, o las operaciones de fundición y soldadura del latón o el bronce, el riesgo más frecuente derivado del zinc y sus compuestos es la exposición a los humos de óxido de zinc, que puede causar la fiebre de los humos metálicos. Los síntomas de este trastorno son: ataques de escalofríos, fiebre irregular, sudoración profusa, náuseas, sed, cefalea, dolores en las extremidades y sensación de extremo cansancio.¹²

3.3.2.2 Efectos del Zinc sobre en el medio ambiente

El Zinc ocurre de forma natural en el aire, agua y suelo. Sus concentraciones han aumentado por causas no naturales, debido a la adición de Zinc a través de las actividades humanas. La mayoría del Zinc es adicionado durante actividades industriales, como es la minería, la combustión de carbón y residuos y el procesado del acero. La producción mundial de Zinc está todavía creciendo. Esto significa básicamente que más y más Zinc termina en el ambiente.¹²

Algunos peces pueden acumular Zinc en sus cuerpos, cuando viven en cursos de aguas contaminadas con Zinc, cuando el Zinc entra en los cuerpos de estos peces este es capaz de biomagnificarse en la cadena alimentaria.¹²

Grandes cantidades de Zinc pueden ser encontradas en los suelos. Cuando los suelos son granjas y están contaminados con Zinc, los animales absorben concentraciones que son dañinas para su

¹² Tabla periódica. Recuperado de: <http://www.lenntech.es/periodica/elementos/zn.htm>. Consultado el Lunes, 29 de Octubre de 2012.

salud. El Zinc soluble en agua que está localizado en el suelo puede contaminar el agua subterránea.¹²

El Zinc no sólo puede ser una amenaza para el ganado, pero también para las plantas. Las plantas a menudo tienen una toma de Zinc que sus sistemas no puede manejar, debido a la acumulación de Zinc en el suelo. En suelos ricos en Zinc sólo un número limitado de plantas tiene la capacidad de sobrevivir. Esta es la razón por la cual no hay mucha diversidad de plantas cerca de industrias de Zinc. Debido a que los efectos del Zinc sobre, las plantas es una amenaza sería para la producción de las granjas. A pesar de esto estiércol que contiene zinc es todavía aplicado.

4. MARCO LEGAL

Tabla N° 1. Marco Legal

Para la realización y desarrollo de esta investigación se tuvo en cuenta la siguiente normatividad.

| NORMA | DESCRIPCIÓN |
|--|--|
| CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA Artículo 79 | Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines. |
| DECRETO 1594 DE 1984 | Reglamenta los usos del agua y el manejo de desechos líquidos. Establece la obtención de permisos de vertimiento. Se enfoca en la destinación genérica de las aguas superficiales, subterráneas, marítimas, estuarinas y servidas. Evalúa el riesgo ecológico y la concentración letal media procedente de contaminantes tóxicos. |
| DECRETO LEY 2811 DE 1994 | Se dicta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de protección del medio ambiente. El derecho a un ambiente sano y el derecho al uso de recursos naturales, etc. |
| DECRETO 475 DE 1998 | Por la cual se expiden normas técnicas de calidad del agua potable. |
| DECRETO 4741 DE | |

| | |
|------------------------------|--|
| 2005 | Se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral. |
| DECRETO 1575 DE 2007 | Por la cual se establece el sistema para la protección y control de la calidad del agua para consumo humano. |
| RESOLUCIÓN 1074 DE 1997 DAMA | Por el cual se establecen estándares ambientales en materia de vertimientos |
| RESOLUCIÓN 062 DE 2007 | Por la cual se adoptan los protocolos de muestreo y análisis de laboratorio para la caracterización fisicoquímica de los residuos o desechos peligrosos en el país. |
| RESOLUCIÓN 3957 DE 2009 | Establece la norma técnica para el control y manejo de los vertimientos de aguas residuales realizadas al sistema de alcantarillado público en el Distrito Capital y a su vez determina las concentraciones permisibles para su vertido. |
| DECRETO 3930 DE 2010 | Por el cual se reglamenta el registro de permisos de vertimientos y su disposición final. Establece los usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones. |

FUENTE: Autoras

5. METODOLOGIA

Se establece una metodología de tipo diseño experimental, donde se realiza una investigación documental y se hace una recolección de datos para conocer cuáles son los problemas y las posibles soluciones.

Se tiene en cuenta las siguientes variables para la ejecución del diseño experimental:

Tabla N° 2. Variables Del Proyecto

| VARIABLE | JUSTIFICACIÓN |
|----------------------|--|
| Independiente | Se refiere a las concentraciones elegidas para aplicar a las sustancias de prueba. |
| Dependiente | Es la determinación de la CL ₅₀₋₄₈ de hidróxido de amonio. |

| | |
|-------------------|--|
| Constantes | Es la cantidad de microorganismos de <i>Daphnia magna</i> . También son la dureza, pH, oxígeno disuelto y temperatura del agua reconstituida. |
|-------------------|--|

FUENTE: Autoras

El desarrollo de este proyecto consta de 6 fases, las cuales están divididas en:

Tabla N° 3 Fases de la Metodología




| FASES | NOMBRE | RESUMEN |
|--------------|---|--|
| I | Recolección y Recopilación de Información | Fuentes bibliográficas, realización de anteproyecto. |
| II | Mantenimiento | Aclimatación y mantenimiento de Cultivo <i>Daphnia magna</i> |
| III | Ensayos de Sensibilidad | Pruebas preliminares y 20 pruebas definitivas con Dicromato de potasio (K ₂ Cr ₂ O ₇). |
| IV | Ensayos de Toxicidad | Pruebas con Hidróxido de Amonio y Zinc a diferentes concentraciones |
| V | Resultados (Probit y Anova) | Determinar la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) para cada uno de los contaminantes. |
| VI | Documentación | Documentación de los resultados |

FUENTE: Autoras

5.1 Reactivos, materiales y equipos de laboratorio

Los materiales y reactivos utilizados en el desarrollo del proyecto son:



Tabla N° 4 Materiales De Laboratorio


| Mantenimiento del cultivo de <i>Daphnia magna</i> | <i>MATERIALES UTILIZADOS</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|-------------|-----------------|----------------------|------|------------------|-----|---------------------------|-----|-------------------------|-----|---------------------------|-----|---------------------------|------|---------------------------------------|------|-------------------|-----|---------------------|-----------|-----------------|-----|-------------------|-----|------------|-----|---|-----|------------|-----|-----------------------------------|-----|--|--------|------------------------|-----|----------|------|--------|-----|---------------|-----|---------|-----|-------|--------|-------------------------|-----|-------------------------|-----|
|    | <table border="1"> <thead> <tr> <th><i>TIPO</i></th><th><i>CANTIDAD</i></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>Peceras de 2 litros.</td><td>(20)</td></tr> <tr><td>Probeta de 50 ml</td><td>(1)</td></tr> <tr><td>Pipetas graduadas de 5 ml</td><td>(3)</td></tr> <tr><td>Pipetas graduadas de 10</td><td>(3)</td></tr> <tr><td>Pipetas graduadas de 1 ml</td><td>(3)</td></tr> <tr><td>Pipetas Pasteur plásticas</td><td>(20)</td></tr> <tr><td>Tubos de ensayo de 20 ml de capacidad</td><td>(40)</td></tr> <tr><td>Gradilla metálica</td><td>(1)</td></tr> <tr><td>Estantería metálica</td><td>4 niveles</td></tr> <tr><td>Beaker de 50 ml</td><td>(2)</td></tr> <tr><td>Beaker de 2000 ml</td><td>(1)</td></tr> <tr><td>Pipeteador</td><td>(2)</td></tr> <tr><td>Acuario de 5 litros para preparar el agua reconstituida</td><td>(1)</td></tr> <tr><td>Aireadores</td><td>(3)</td></tr> <tr><td>Frascos de vidrio con tapa de 5 L</td><td>(2)</td></tr> <tr><td>Plástico transparente para cubrir peceras y estantería</td><td>(10 m)</td></tr> <tr><td>Lámparas luminiscentes</td><td>(4)</td></tr> <tr><td>Bandejas</td><td>(10)</td></tr> <tr><td>Forros</td><td>(7)</td></tr> <tr><td>Frascos ámbar</td><td>(4)</td></tr> <tr><td>Colador</td><td>(1)</td></tr> <tr><td>Copas</td><td>1 onza</td></tr> <tr><td>Balón aforado de 100 ml</td><td>(4)</td></tr> <tr><td>Balón aforado de 500 ml</td><td>(5)</td></tr> </tbody> </table> | <i>TIPO</i> | <i>CANTIDAD</i> | Peceras de 2 litros. | (20) | Probeta de 50 ml | (1) | Pipetas graduadas de 5 ml | (3) | Pipetas graduadas de 10 | (3) | Pipetas graduadas de 1 ml | (3) | Pipetas Pasteur plásticas | (20) | Tubos de ensayo de 20 ml de capacidad | (40) | Gradilla metálica | (1) | Estantería metálica | 4 niveles | Beaker de 50 ml | (2) | Beaker de 2000 ml | (1) | Pipeteador | (2) | Acuario de 5 litros para preparar el agua reconstituida | (1) | Aireadores | (3) | Frascos de vidrio con tapa de 5 L | (2) | Plástico transparente para cubrir peceras y estantería | (10 m) | Lámparas luminiscentes | (4) | Bandejas | (10) | Forros | (7) | Frascos ámbar | (4) | Colador | (1) | Copas | 1 onza | Balón aforado de 100 ml | (4) | Balón aforado de 500 ml | (5) |
| <i>TIPO</i> | <i>CANTIDAD</i> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peceras de 2 litros. | (20) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Probeta de 50 ml | (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pipetas graduadas de 5 ml | (3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pipetas graduadas de 10 | (3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pipetas graduadas de 1 ml | (3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pipetas Pasteur plásticas | (20) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tubos de ensayo de 20 ml de capacidad | (40) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Gradilla metálica | (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estantería metálica | 4 niveles | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beaker de 50 ml | (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Beaker de 2000 ml | (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pipeteador | (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Acuario de 5 litros para preparar el agua reconstituida | (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Aireadores | (3) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Frascos de vidrio con tapa de 5 L | (2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plástico transparente para cubrir peceras y estantería | (10 m) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Lámparas luminiscentes | (4) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bandejas | (10) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Forros | (7) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Frascos ámbar | (4) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Colador | (1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Copas | 1 onza | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Balón aforado de 100 ml | (4) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Balón aforado de 500 ml | (5) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC
CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 33**

| | |
|------------------|--|
| | |
| REACTIVOS | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC
CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 34**

| | |
|---|--|
|  | <p align="center"><i>ELABORACIÓN DE AGUA RECONSTITUIDA</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3) ✓ Cloruro de Calcio (CaCl_2) ✓ Cloruro de Potasio (KCl) ✓ Sulfato de Magnesio Heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). |
| <p align="center"><i>PREPARACION DEL MEDIO BRISTOL Y CULTIVO DE ALGAS VERDES</i></p>  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Nitrato sódico (NaNO_3) 2. Cloruro de calcio dihidratado ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 3. Sulfato de magnesio heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) Fosfato dipotásico ($\text{K}_2\text{HPO}_4$) 4. Cloruro de sodio (NaCl) 5. Fosfato potásico (KH_2PO_4) 6. Hidróxido de potasio (KOH) 7. Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) 8. Sulfato de hierro heptahidratado ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 9. Ácido sulfúrico (H_2SO_4) 10. Ácido bórico (H_3BO_3) 11. Sulfato de zinc heptahidratado ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) 12. Cloruro de manganeso tetrahidratado ($\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 13. Trióxido de molibdeno (MoO_3) 14. Sulfato de cobre pentahidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 15. Nitrato de cobalto hexahidratado ($\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 16. Cloruro de cobalto hexahidratado ($\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) |
| <p align="center"><i>EQUIPOS DE LABORATORIO</i></p> | |

| | |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> ✓ Microscopio trinocular CME Leica ✓ Balanza analítica. ✓ Aireador ✓ Refrigerador (4± 2 °C). ✓ Autoclave ✓ Medidor de oxígeno disuelto ✓ pH-metro ✓ Tituladores para dureza y alcalinidad. ✓ Termómetro. ✓ Centrífuga. |
|---|---|

FUENTE: Autoras

5.1.1 FASE I: Recolección y recopilación de información

Al iniciar este proyecto de investigación se hace necesaria la compilación de información por medio de fuentes bibliográficas como lo es el protocolo LB08 –Preparación de agua reconstituida para *Daphnia magna* , LB09 – Preparación del medio Bristol y cultivo de algas verdes, LB 10 – Conteo de algas con la cámara Neubauer, LB11 – Mantenimiento de cultivo para *Daphnia magna*, LB12 – Ensayos de toxicidad *Daphnia magna* y otros encontrados en las tesis ubicadas en la biblioteca de la Universidad de la Salle con el profesor Pedro Miguel Escobar Malaver. Las demás fuentes se encuentran citadas en la bibliografía de este documento. De igual manera se hizo necesaria la selección de tóxicos y la realización del documento de anteproyecto.

5.1.2 FASE II: Mantenimiento

Para mantener el cultivo es necesaria la aclimatación y conservación del medio para la especie para *Daphnia magna*, desarrollada en el laboratorio de Bioensayos de la Universidad De La Salle. Esta especie se debe mantener en condiciones similares a su hábitat habitual, asumiendo que así este debe lograr un crecimiento y generación del cultivo eficientemente.

Las condiciones habituales favorables para que este medio se mantenga son consideradas en la siguiente tabla.

Tabla N° 5. Parámetros a controlar en el cultivo de *Daphnia magna*

| PARAMETRO | VALOR |
|----------------------|-------------------------------------|
| Temperatura | 22 ± C |
| Fotoperiodo | 16 horas luz / 8 horas de oscuridad |
| Iluminación | 600-1000 lux |
| pH | 7,5- 8,0 unidades |
| Dureza | 160 – 180 mg/L de CaCO ₃ |
| Oxígeno disuelto | 6 – 8 mg/L O ₂ |
| Densidad poblacional | 1 <i>Daphnia magna</i> / 100ml |
| Longevidad | 30 -65 días |
| Maduración sexual | 10 ± 2 días |

FUENTE: Autoras

Es necesario tener en cuenta que para el desarrollo de la Fase II- Mantenimiento, habrá que adecuar el cultivo de la especie con las siguientes etapas.

5.1.2.1 Ajuste de las Peceras

Para que la especie se mantenga, es de gran importancia adecuar el medio en un lugar limpio, para ello utilizamos las peceras, la limpieza de las mismas es realizada a lo largo de la semana los días lunes, miércoles y viernes. Se comienza con la separación de los organismos adultos con pipetas Pasteur en copas desechables, posteriormente esta se limpia y lava con una esponjilla evitando que queden residuos de alimento o impurezas. Los días viernes se reemplaza 1 litro de los 2 litros de agua reconstituida contenidos usualmente con agua reconstituida nueva. Normalmente los neonatos separados de cada pecera son destinados para la realización de las pruebas de sensibilidad y/o toxicidad.



Imagen N°4. Separación de organismos



Imagen N°5. Pecera



Imagen N°6. Organismos separados



Imagen N°7. Copas para separar los organismos

5.1.2.2 Preparación de agua reconstituida

Su procedimiento está considerado en los protocolos de laboratorio de bioensayos. Es preparada los lunes de cada semana y posteriormente acondicionada en el laboratorio. Los reactivos y las cantidades utilizadas se describen en la siguiente tabla:

Tabla N° 6. Composición para el agua reconstituida del cultivo

| REACTIVO | Gramos/Litro | ml/20L | ml/30L |
|--|--------------|--------|--------|
| Cloruro de Calcio (CaCl_2) | 13.5 | 300 | 450 |
| Sulfato de Magnesio Heptahidratado ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) | 36.5 | 84 | 125 |
| Cloruro de Potasio (KCL) | 10 | 150 | 225 |
| Bicarbonato de Sodio (NaHCO_3) | 10 | 400 | 600 |

FUENTE: Escobar, P. M (1994). Determinación de la toxicidad aguda de los detergentes mediante sistemas estáticos, utilizando *Daphnia magna*. Bogotá. Universidad de la Salle

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC
CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 38**

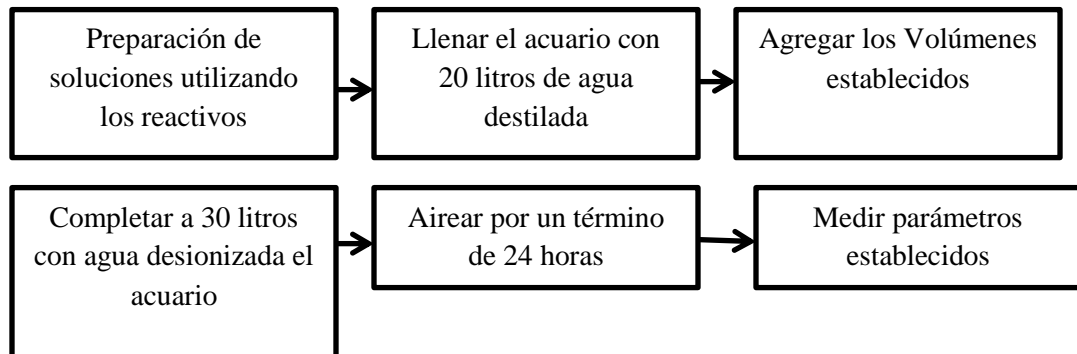
Después de la preparación esta agua, se deja airear durante 24 horas y posteriormente se evalúan ciertos parámetros que indicaran si el organismo puede mantenerse en el medio, estos parámetros se especifican en la siguiente tabla.

Tabla N° 7 Parámetros a medir del agua reconstituida

| PARAMETRO | VALOR | RANGO IDEAL |
|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Dureza | 160-180 mg/L de CaCO ₃ | 170 mg/L de CaCO ₃ |
| pH | 7.0-8.0 unidades | 7.4 unidades |
| Oxígeno Disuelto | 6 mg/L de O ₂ | 6 mg/L de O ₂ |
| Temperatura | 18-22 °C | 20°C |

FUENTE: Escobar, P. M (1994). Determinación de la toxicidad aguda de los detergentes mediante sistemas estáticos, utilizando *Daphnia magna*. Bogotá. Universidad de la Salle

Grafico N°1. Guía de preparación para el Agua Reconstituida



5.1.2.3 Preparación del medio Bristol y cultivo de algas verdes

Este medio es preparado cada dos semanas en un beaker de 2000 ml, donde se agrega 1500ml de agua desionizada y las diferentes alícuotas de macro y micronutrientes; conforme al procedimiento Preparación del Medio Bristol y Cultivo de Algas Verdes¹³. Es preparado con el fin de aumentar las algas verdes por medio de la fotosíntesis, este servirá de alimento para el

¹³ Escobar, P. M. (1994). PROTOCOLO LB09. Preparación del medio Bristol y cultivo de aguas verdes. Bogotá. Universidad de la Salle

cultivo *Daphnia magna*. Para la obtención de las algas verdes, es necesario contar permanentemente con una lámpara luminiscente que garantice el total cubrimiento del Medio y con los nutrientes necesarios para la reproducción y/o multiplicación de algas.

Imagen N°8. Reactivos para la preparación del Medio Bristol



FUENTE: Las Autoras

Adicionados los micro y macronutrientes mencionados en la siguiente tabla (tabla N°7) y haber completado el volumen con agua destilada en un beaker de 2000 ml, se cierra con papel kraft y se deja en el autoclave para esterilizar durante 15 minutos a 121°C y 15 libras de presión. Después de enfriado, se agrega 1 o 2 ml de cultivo de algas verdes concentrado y se traslada a un contenedor tapado de mayor capacidad. Para terminar, esta mezcla se deja oxigenando e iluminando de manera permanente por un periodo menor a 15 días. Para obtener el concentrado es necesaria la centrifugación de la mezcla.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC
CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 40**



Imagen N°9.
Medio Bristol y
Aireador



Imagen N°10.
Medio Bristol



Imagen N°11.
Centrifugador

Tabla N°7. Reactivos Para La Preparación Del Medio Bristol

| No | COMPUESTO | PREPARACIÓN DEL STOCK | ml DE STOCK PARA 1Lt DE AGUA DESTILADA |
|------------------------------------|---|--|--|
| 1 | NaNO ₃ | 25.0 gr./l | 10 |
| 2 | CaCl ₂ .2H ₂ O | 2.5 gr./l | 10 |
| 3 | MgSO ₄ .7H ₂ O | 7.5 gr./l | 10 |
| 4 | K ₂ HPO ₄ | 7.5 gr./l | 10 |
| 5 | NaCl | 2.5 gr./l | 10 |
| 6 | KH ₂ PO ₄ | 17.5 gr./l | 10 |
| 7 | KOH EDTA | 15.5 gr. / 500 ml 25.0 gr. / 500 ml | 1 |
| 8 | FeSO ₄ . 7H ₂ O H ₂ SO ₄ | 2.49 gr. / 500 ml 0.05 ml. / 500 ml | 1 |
| | | | |
| 9 | H ₃ BO ₃ | 5.71 gr. / 500 ml | 1 |
| SOLUCIÓN DE ELEMENTOS TRAZA | | | |
| 10 | ZnSO ₄ . 7H ₂ O | 4.41 gr. / 500 ml | 1 ml del stock combinado |
| 11 | MnCl ₂ . 4H ₂ O | 0.72 gr. / 500 ml | |
| 12 | MnO ₃ | 0.355 gr. / 500 ml | |
| 13 | CuSO ₄ . 5H ₂ O | 0.785 gr. / 500 ml | |
| 14 | Co (NO ₃) ₂ . 6H ₂ O | 0.245 gr. / 500 ml | |
| 15 | CoCl ₂ . 6H ₂ O | 0.174 gr. / 500 ml | |

FUENTE: Escobar, P. M (1994). Determinación de la toxicidad aguda de los detergentes mediante sistemas estáticos, utilizando *Daphnia magna*. Bogotá. Universidad de la Salle

5.1.2.3.1 Alimentación De Organismos

Los organismos *Daphnia magna* se alimentan con un condensado de algas verdes, las cuales son cultivadas en el laboratorio en un medio con aireación¹⁴.

¹⁴ Escobar, P. M. (1997). Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando *Daphnia pulex* para la evaluación de muestras ambientales. Bogotá. Universidad de la Salle.

5.1.3 FASE III: ensayos de sensibilidad

En esta etapa se realiza la ejecución de pruebas de sensibilidad, allí se usaron neonatos de 6-24 horas *Daphnia magna*; se comienza con 5 pruebas preliminares de diferentes concentraciones (0.001, 0.01, 0.1, 1, 10) y 20 pruebas definitivas con Dicromato de Potasio ($K_2Cr_2O_7$) de distintas concentraciones 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 y 2 mg/L. Para cada una de estas pruebas se necesitan 4 repeticiones de cada concentración.



Imagen N°12. Solución Madre ($K_2Cr_2O_7$).



Imagen N°13. Concentraciones ($K_2Cr_2O_7$).

5.1.4 FASE IV: Ensayos de toxicidad

Para esta fase se realizan los ensayos mediante las pruebas de toxicidad propuestas, donde se provocará la muerte al 50% de los organismos presentes *Daphnia magna* expuestos a un periodo de 48 horas con el fin de encontrar la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈). Se realizan 5 pruebas preliminares en un rango de concentración 0.1 a 2 ppm para Hidróxido de amonio y rangos de concentración preliminar de 20 a 100 ppm para Zinc.

La prueba se efectuó con un número de 20 neonatos *Daphnia magna* por cada etapa, divididos a su vez en 5 organismos por muestra y sin suministro alimenticio durante 24 horas. Para cada muestra se utilizan copas de plástico blanco de 1 onza; llenas con 10 ml de la solución de Hidróxido de amonio y Zinc. Al final del periodo transcurrido en 48 horas se hizo conteo del

número de organismos inmóviles *Daphnia magna*, presuntamente afectados o muertos. La inmovilidad de los organismos es considerada como un parámetro de medición final, ya que normalmente con precisión no se puede determinar la muerte de estos.

5.1.5 FASE V: Resultados (probit, anova y coeficiente de variación)

En esta fase de resultados se obtendrán análisis utilizando el modelo estadístico PROBIT, explicado en el protocolo LB06 (Análisis de Regresión y Análisis Probit), ya habiendo culminado las pruebas enunciadas que establecen la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) para la sustancia escogida.

Al obtener los resultados por medio de este modelo, se realiza el análisis de varianza (Protocolo LB07 - *Análisis de varianza*) con el propósito de verificar que a diferentes concentraciones de la sustancia prueba se produce un efecto heterogéneo en todos los organismos *Daphnia magna*. Los protocolos se encuentran en la biblioteca sede centro de la Universidad de la Salle.

5.1.6 Vertimiento industrial con zinc

Después de haber realizado las pruebas con hidróxido de amonio y zinc, se decidió trabajar con un vertimiento generado en una industria galvanotécnica con el fin de conocer el comportamiento del Zinc en contacto con los organismos en estudio y corroborar si el tratamiento implementado por la empresa disminuye la carga tóxica de algunos parámetros estipulados en el decreto 1594 de 1984, para ello se realizó una visita a una industria galvanotécnica, la cual cuenta con un sistema de tratamiento primario; para la recolección de la muestra se realizó un monitoreo puntal en el punto de entrada al tratamiento e inmediatamente después de la descarga del agua residual tratada. En cuanto a los materiales, método de muestreo, preservación y transporte de las muestras se utilizaron reactivos como ácido nítrico para preservar la misma, recipientes de vidrio boca ancha y recipientes plásticos. Para su transporte

las muestras fueron etiquetadas y almacenadas en neveras de icopor refrigeradas con hielo. Para realizar los análisis se filtró la muestra utilizando un embudo y una bomba, se aireó durante un periodo de 24 horas por medio de un aireador mecánico para asegurar la vida de los microorganismos. Simultáneamente se realizaron pruebas de caracterización de aguas en el laboratorio Antek S.A antes y después del tratamiento fisicoquímico implementado en la industria con el fin de evaluar parámetros de: Dureza, pH, sólidos suspendidos totales, Zinc, DQO y DBO y así mismo verificar el funcionamiento del tratamiento.

5.1.6.1 Carga e índice toxicológico

5.1.6.1.1 Carga Tóxica

Para el cálculo de la carga tóxica se utilizó la siguiente ecuación: expresada en unidades tóxicas (UT), basándonos

$$Carga\ Tóxica = \frac{100}{CL50} \times Q$$

En donde:

- CL₅₀: Concentración letal media del efluente que produjo la mortalidad del 50% de los organismos expuestos en un periodo de exposición de 48 horas.
- Q: Caudal promedio del efluente.

5.1.6.1.2 Índice toxicológico

El cálculo del índice toxicológico es la transformación logarítmica en base 10 de la carga tóxica y se obtiene de esta manera:

$$T = \text{Log} (1+UT)$$

Se clasificó el vertimiento basado en los rangos establecidos en la tesis “Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando *Daphnia pulex* para la evaluación de muestras ambientales”, realizada por Escobar Malaver; Pedro Miguel, los cuales se encuentran consignados en la siguiente tabla:

Tabla N° 9 Rangos de Índices Toxicológicos

| RANGO | CARGA TOXICA |
|-----------------|-------------------------|
| 1 -1.99 | Despreciable |
| 2 -2.99 | Reducida |
| 3-3.99 | Moderada |
| 4 – 4.99 | Considerable |
| >5 | Elevada |

FUENTE: Escobar, P. M (1994). Determinación de la toxicidad aguda de los detergentes mediante sistemas estáticos, utilizando *Daphnia magna*. Bogotá. Universidad de la Salle

La metodología descrita anteriormente se muestra en detalle en los anexos. (***Ver Anexo N° 8 del presente documento***)

6. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

Luego de ejecutar la metodología descrita en el diagrama mostrado en los anexos (Ver Anexo N°8 del presente documento), se muestran los siguientes resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación.

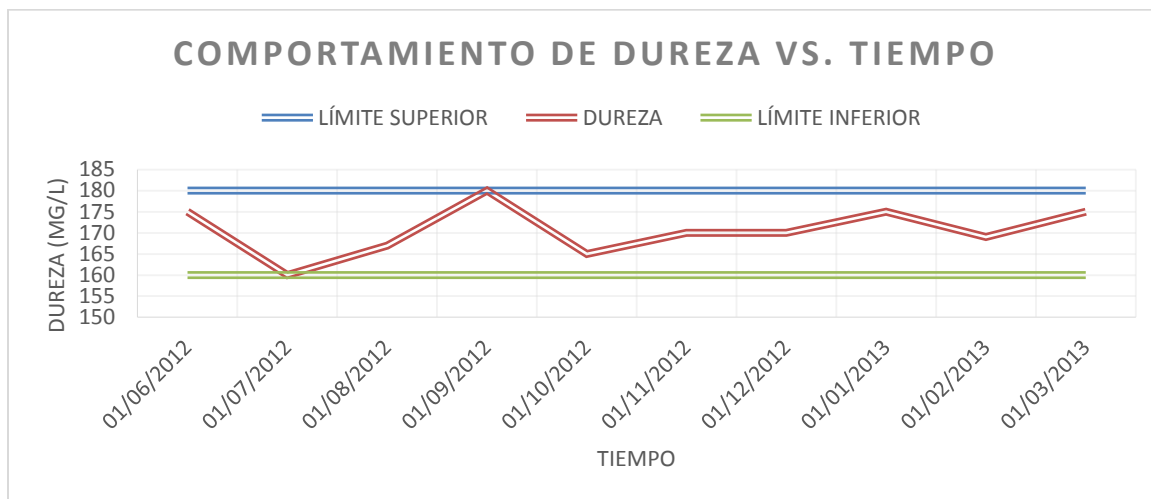
6.1 Agua Reconstituida

Para garantizar la estabilidad del cultivo, se monitorearon los parámetros y condiciones ambientales en las diferentes etapas de desarrollo del bioensayo, **ver Anexo 1**, ya que el agua reconstituida es uno de los parámetros de mayor influencia. Esta se utiliza en el mantenimiento del cultivo, preparación de las soluciones (pruebas de sensibilidad y toxicidad aguda de las sustancias utilizadas) y en la preparación de la solución del vertimiento. Esta es preparada antes de la realización de pruebas y días previos a renovar el agua del cultivo.

Los parámetros vigilados en el cultivo para el correcto desarrollo del proyecto fueron Dureza, OD, pH, y de tal forma se logró garantizar la estabilidad y mantenimiento del cultivo.

En las gráficas a continuación se puede visualizar la influencia de ciertos parámetros en el agua reconstituida con respecto el tiempo.

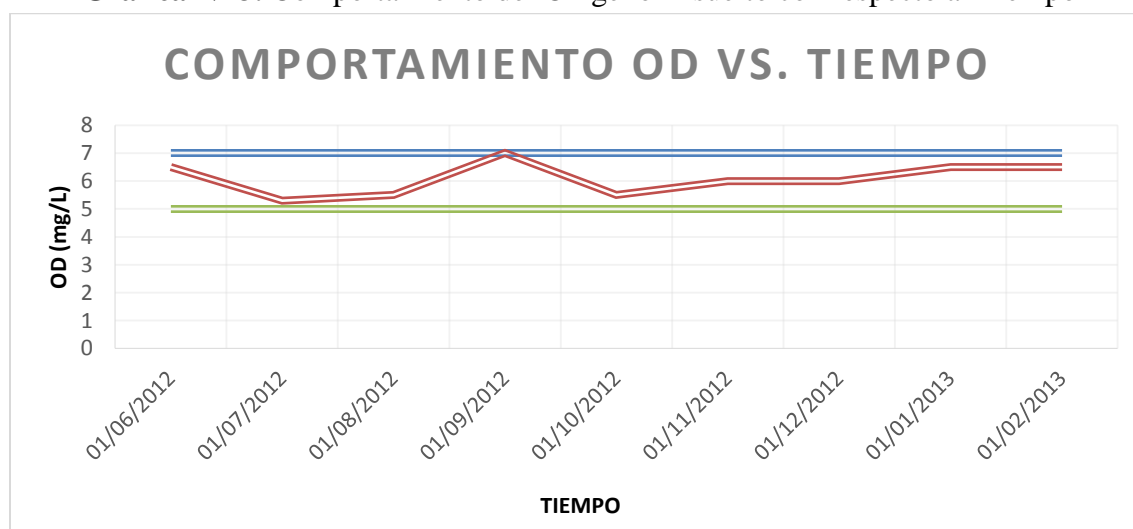
Grafica N° 2. Comportamiento de la Dureza Respecto al Tiempo



FUENTE: Las Autoras

En esta grafica la dureza en el mes de septiembre se encontró al límite de su valor máximo de CaCO_3 y en el periodo de Julio alcanzo el límite inferior, Aun así se establece que estos límites son permitidos para garantizar las condiciones ambientales del cultivo. Se concluye así que cuando el valor de la dureza se mantiene en su límite mínimo, es asociado a la baja concentración de carbonatos de calcio.

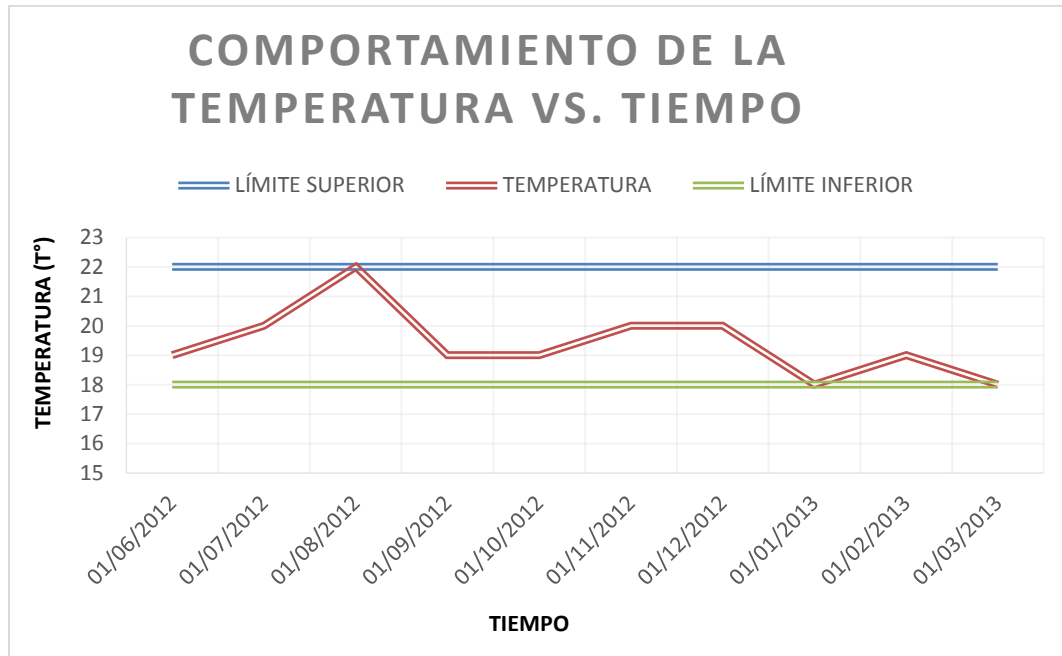
Grafica N° 3. Comportamiento del Oxígeno Disuelto con respecto al Tiempo



FUENTE: Las Autoras

La Gráfica anterior evidencia cómo se comporta el parámetro ambiental - OD (Oxígeno Disuelto) del agua reconstituida del cultivo, allí en la gráfica se observan dos valores altos, estos cambios es posible que se hayan generado por tiempo de aireación prolongado.

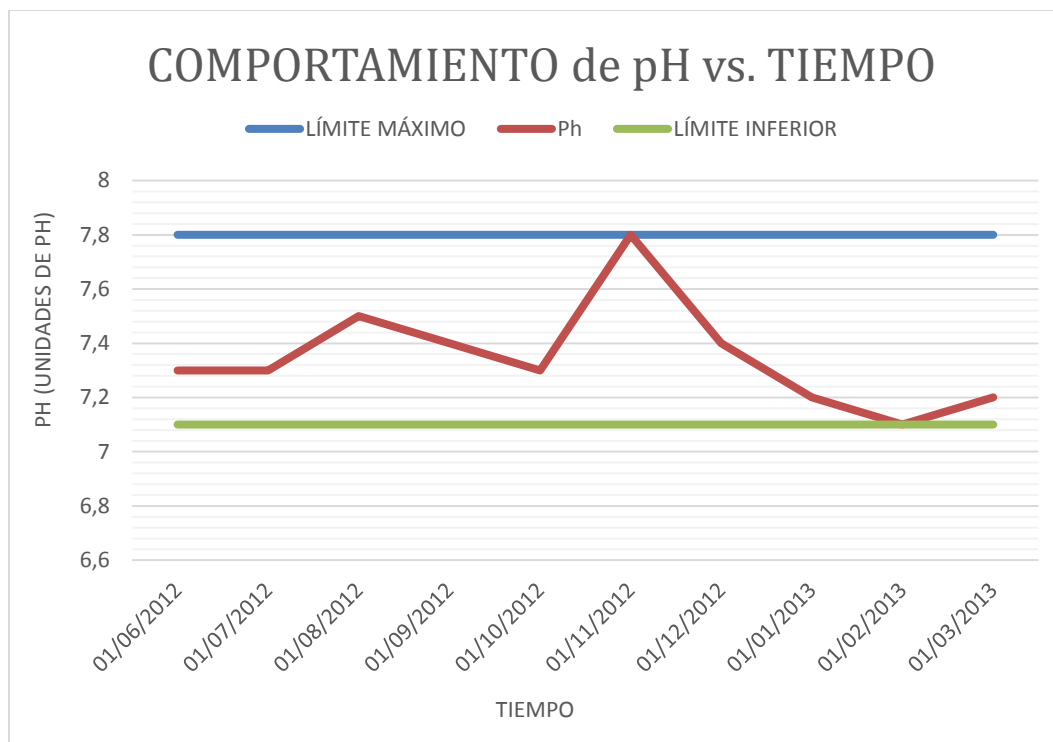
Grafica N° 4. Comportamiento de la Temperatura con respecto al Tiempo



FUENTE: Las Autoras

La gráfica N°4 muestra aumento del valor de la temperatura, este valor se ve en aumento ya que el suministro de ventilación del laboratorio de Bioensayos es escaso, pero este tuvo algunas variaciones debido al transporte del cultivo en diferentes ambientes, aunque se trató de mantener un valor de temperatura intermedio entre 20°C y 25°C. De tal forma este parámetro se controló, ya que de encontrarse fuera de los rangos establecidos en el protocolo LB01- Agua Reconstituida inhibiría el correcto desarrollo de las *Daphnia magna*. Se concluye que la temperatura se encuentra dentro de los límites establecidos para el adecuado desarrollo del cultivo.

Grafico N° 5. Comportamiento de pH con respecto al Tiempo



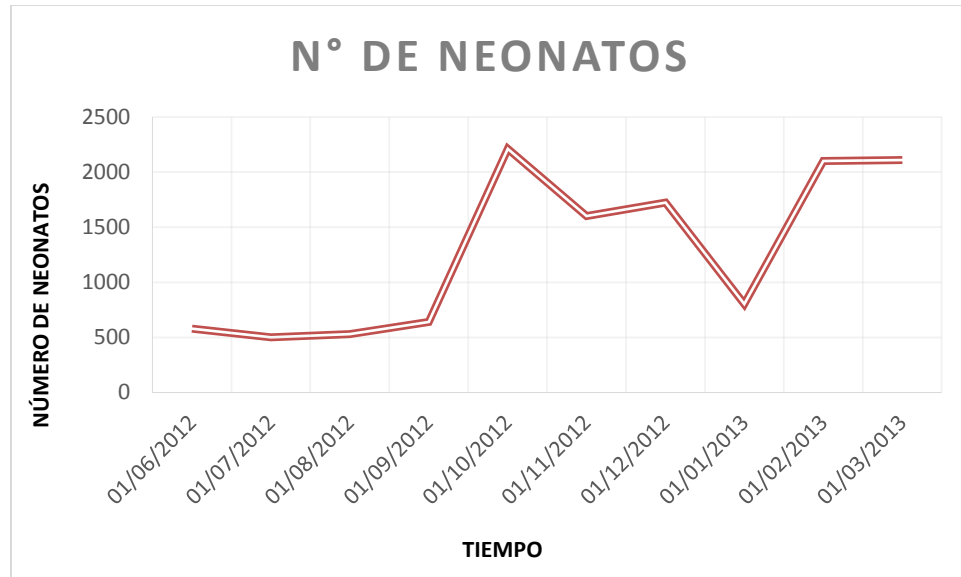
FUENTE: Las Autoras

El comportamiento de pH con respecto al tiempo de almacenamiento del agua reconstituida siempre se mantuvo en rangos permitidos. Este rango de pH se mantuvo gracias a los mantenimientos periódicos a la pecera cada vez que se fuera verter el agua reconstituida preparada. Desinfección, aireación y aislamiento permitieron la estabilidad del parámetro.

6.2 Ciclo de vida del cultivo de *Daphnia magna*

En la siguiente grafica se relaciona el comportamiento promedio de crecimiento del cultivo de *Daphnia magna* durante el transcurso activo de los cultivos.

Grafico N° 6. Control de Natalidad de *Daphnia magna*



FUENTE: Las Autoras

En los primeros periodos del bioensayo se puede ver como los niveles de natalidad muestran niveles bajos, ya que para este momento el cultivo se encontraba en proceso de lograr estabilidad. Posteriormente en el mes de enero de 2013 se puede ver una caída de la natalidad del mismo ya que las condiciones de mantenimiento cambiaron por modificaciones en el laboratorio de Bioensayos.

El *Anexo N° 2* muestra en detalle la forma en que se realizó el conteo de neonatos, cada vez que se inició un cultivo.

6.3 Pruebas de toxicidad

6.3.1 Pruebas de sensibilidad con dicromato de potasio

Estas se efectuaron con el fin de conocer si el cultivo de *Daphnia magna* era sensible a cualquier tipo de tóxico o sustancia.

Determinación de la CL₅₀₋₄₈ del tóxico de referencia K₂Cr₂O₇ (Dicromato de Potasio)

Para determinar la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Dicromato de potasio, se inició con 10 pruebas preliminares donde se estableció un rango donde fuera posible evidenciar de 60% a 100% la mortalidad de los microorganismos; posteriormente se determinaron concentraciones con rangos más pequeños para establecer límites mayores de mortalidad de 100% y límites inferiores de 0%.

Pruebas Preliminares: El protocolo LBM05 y las pruebas preliminares establecen los rangos con los que se inicia el desarrollo de las pruebas; a partir de esos rangos se estableció concentraciones inferiores para determinar la concentración exacta donde el 50% de los organismos de *Daphnia magna* mueren en prueba de un periodo de exposición de 48 horas. Los datos obtenidos de estas pruebas son evidenciados en la siguiente tabla.

Tabla N° 10. Prueba preliminar con Dicromato de Potasio

| CONCENTRACIÓN NOMINAL (PPM) | NUMERO DE ORGANISMOS MUERTOS | | | | % DE MORTALIDAD OBTENIDO |
|--------------------------------|------------------------------|----|----|----|--------------------------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | |
| 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 100 |
| 1 | 1 | 0 | 3 | 3 | 35 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

FUENTE: Las Autoras

Después de realizar las réplicas de estas pruebas con el tóxico de referencia (K₂Cr₂O₇) se determinó que el rango a trabajar estaría entre 0.10 ppm donde muere 0% y 10 ppm donde muere el 100% de los neonatos de *Daphnia magna*.

Pruebas Definitivas: Teniendo en cuenta los rangos obtenidos en las pruebas preliminares, se evidenció el hecho de trabajar con rangos menores y así poder hallar un valor exacto de CL₅₀₋₄₈, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla N° 11. Prueba definitiva con Dicromato de Potasio

| Concentración Nominal (PPM) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
|--------------------------------|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----|-------------------------------------|--------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 3 | 2 | 3 | | | 10/20 | 50 |
| 1.0 | 4 | 4 | 5 | 5 | 7.0 | 6.4 | 18/20 | 90 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |

FUENTE: Las Autoras

A partir de los datos arrojados en las pruebas definitivas se concluye que 0.5 ppm es la concentración capaz para causar la muerte al 50% de la población de *Daphnia magna*. (Ver Anexo N° 4)

6.3.1.1 Análisis de varianza de las pruebas definitivas con Dicromato de potasio.

Para responder al análisis de la varianza se tomó en cuenta la prueba definitiva sensibilidad de dicromato de potasio, de esa forma se construye una tabla comparativa de valores con el fin de determinar si una prueba es o no significativa y/o si se puede tomar como hipótesis.

Tabla N° 12. Numero de réplicas

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | 2,5 |
| 1,0 | 4 | 4 | 5 | 5 | 18 | 4,5 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | | | | 68 | 17 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| TOTAL | 24 |

Tabla N° 13. Análisis de la Varianza de Dicromato de Potasio

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 113,333333 | 5 | 22,6666667 | | |
| Dentro de Grupos | 2 | 18 | 0,11111111 | 204 | 2,77 |
| TOTAL | 115,333333 | 23 | | | |

Para realizar este análisis fue necesario determinar el valor de F para luego ser comparado con F teórico y poder concluir, partiendo de las dos siguientes hipótesis:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos en todos los organismos.

$$204 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H₁**, la cual arroja que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba (*Daphnia magna*).

6.3.1.2 Análisis Probit - Dicromato de Potasio

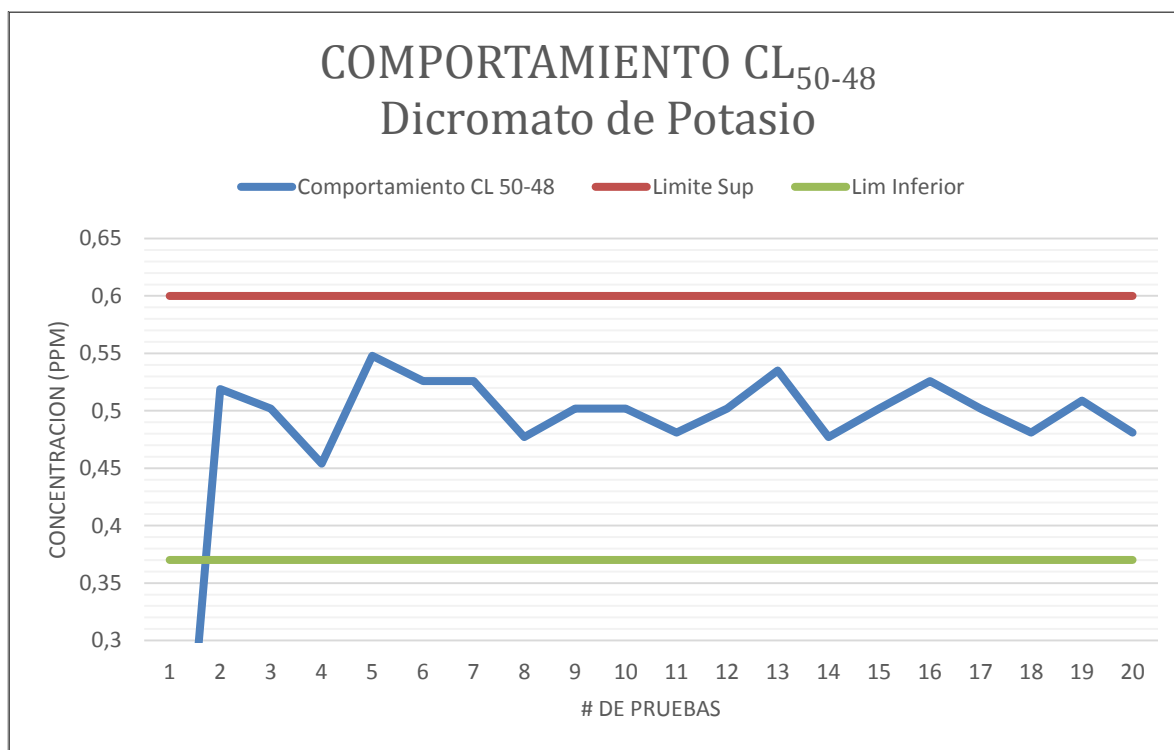
Como otro análisis alternativo se utilizó el programa estadístico Probit, el cual determina la CL₅₀₋₄₈ del tóxico de referencia, para este caso el Dicromato de Potasio. De tal forma nos fue posible obtener los límites Superiores e inferiores de la prueba. Las pruebas calculadas bajo este procedimiento tienen un porcentaje de confianza de 95%.

Tabla N° 14. CL₅₀₋₄₈ de Dicromato de potasio obtenida por Método Probit

| N° PRUEBA | FECHA REALIZACIÓN | FECHA LECTURA | CL ₅₀₋₄₈ (PPM) | LÍMITE INFERIOR | LÍMITE SUPERIOR |
|-----------------|-------------------|---------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 09-sep-13 | 12-sep-13 | 0.509 | 0.449 | 0.561 |
| 2 | 09-sep-13 | 12-sep-13 | 0,519 | 0.456 | 0.575 |
| 3 | 09-sep-13 | 12-sep-13 | 0,502 | 0.499 | 0.548 |
| 4 | 09-sep-13 | 12-sep-13 | 0,454 | 0.392 | 0.509 |
| 5 | 09-sep-13 | 12-sep-13 | 0,548 | 0.503 | 0.591 |
| 6 | 09-sep-13 | 12-sep-13 | 0,526 | 0.477 | 0.570 |
| 7 | 09-sep-13 | 12-sep-13 | 0,526 | 0.477 | 0.570 |
| 8 | 09-sep-13 | 12-sep-13 | 0,477 | 0.419 | 0.526 |
| 9 | 09-sep-13 | 12-sep-13 | 0,502 | 0.449 | 0.548 |
| 10 | 10-sep-13 | 13-sep-13 | 0,502 | 0.449 | 0.548 |
| 11 | 10-sep-13 | 13-sep-13 | 0,481 | 0.420 | 0.530 |
| 12 | 10-sep-13 | 13-sep-13 | 0,502 | 0.499 | 0.548 |
| 13 | 10-sep-13 | 13-sep-13 | 0,535 | 0.479 | 0.586 |
| 14 | 10-sep-13 | 13-sep-13 | 0,477 | 0.419 | 0.526 |
| 15 | 10-sep-13 | 13-sep-13 | 0,502 | 0.449 | 0.548 |
| 16 | 10-sep-13 | 13-sep-13 | 0,526 | 0.477 | 0.570 |
| 17 | 10-sep-13 | 13-sep-13 | 0,502 | 0.449 | 0.548 |
| 18 | 10-sep-13 | 13-sep-13 | 0,481 | 0.420 | 0.536 |
| 19 | 10-sep-13 | 13-sep-13 | 0,509 | 0.449 | 0.561 |
| 20 | 10-sep-13 | 13-sep-13 | 0,481 | 0.420 | 0.536 |
| <i>PROMEDIO</i> | | | 0.5027 | 0.37 | 0.6 |

FUENTE: Las Autoras

Grafico N° 7. CL₅₀₋₄₈ para Dicromato de Potasio



FUENTE: Las Autoras

Para esta gráfica fueron escogidos 20 datos de concentración letal media, que arrojo el programa estadístico Probit de las diferentes pruebas efectuadas para el dicromato de Potasio. Allí muestra la distribución de la sensibilidad obtenida y/o concentración letal media para cada una de las pruebas efectuadas. Los valores los podemos encontrar detalladamente en la Tabla N° 13. CL₅₀₋₄₈ de Dicromato de potasio obtenida por Método Probit.

Después de desarrollar este trabajo es posible observar que el cultivo y los organismos *Daphnia magna* se encuentran estables con respecto al valor de la concentración letal media (0.5 PPM), los límites inferior y superior fueron calculados por Probit.

Tabla N° 15. Comparación de Resultados con Dicromato de Potasio

| ESPECIE | CL ₅₀₋₄₀ PPM | PERÍODO DE EXPOSICIÓN | ESTADO | AMBIENTE | REFERENCIA |
|----------------------|----------------------------|--------------------------|----------|----------|--|
| | 0.42 | 48 horas | Neonatos | Dulce | Núñez, M. y Hurtado, J. (2004). Bioensayos de toxicidad aguda utilizando <i>Daphnia magna</i> Straus (Cladocera, Daphniidae) desarrollada en medio de cultivo modificado, Laboratorio de Biotecnología Ambiental. Lima, Perú. Universidad Peruana Cayetano Heredia |
| <i>Daphnia magna</i> | 1.05 | 48 horas | Neonatos | Dulce | Sierra, M. I. Y Zárate, A. F. (2008) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) del plomo y plata en los vertimientos de una industria galvánica, mediante ensayos toxicológicos sobre <i>Daphnia magna</i> , Colombia, Universidad de la Salle. |

FUENTE: Las Autoras

La anterior tabla comparativa muestra los valores obtenidos de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de otros proyectos realizados con el toxico de referencia y la misma especie (*Daphnia magna*). Se concluye que los valores mostrados en otras investigaciones se asemejan con el valor encontrado en nuestro proyecto, lo cual indica que con esta concentración (0.5 PPM) la especie *Daphnia magna* permaneció sensible ante el toxico de referencia.

El coeficiente de variación para el Dicromato de Potasio fue $0,046 \approx 4.61\%$ lo que indica que la media es representativa y existe homogeneidad en los valores obtenidos en las 20 pruebas definitivas realizadas. (**Ver Anexo N° 3A**)

6.3.2 Pruebas toxicológicas con zinc

Estas pruebas hacen referencia a las pruebas efectuadas con los tóxicos Zinc e Hidróxido de Amonio. Se realizaron con el fin de encontrar la concentración letal media para cada uno de los tóxicos con la especie ya enunciada, *Daphnia magna*.

6.3.2.1 Test estático de toxicidad con zinc

Tabla N° 16. Prueba Preliminar con Zinc

| Concentración Nominal (PPM) | # de organismos muertos | | | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
|--------------------------------|----------------------------|---|---|---|-------------------------------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 20 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 40 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 60 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 80 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 100 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |

FUENTE: Las Autoras

Prueba Preliminar: El fin de las pruebas iniciales o preliminares fue identificar el rango base para hallar los valores de las concentraciones en las que es posible encontrar la CL₅₀₋₄₈ para la especie en estudio (*Daphnia magna*).

Una vez hechas las pruebas preliminares se determinó que era necesario abrir el rango, ya que a partir de 20 ppm en adelante los organismos presentaban una mortalidad de 100%. Por lo tanto se escogieron rangos inferiores: 1.0 PPM, 2.0 PPM, 3.0 PPM, 4.0 PPM y 5.0 PPM.

Tabla N° 17. Prueba Definitiva con Zinc

| <i>Concentración Nominal (PPM)</i> | <i># de organismos muertos</i> | | | | <i># De Muertes/Total de organismos</i> | <i>% De Mortalidad</i> |
|--|------------------------------------|----------|----------|----------|---|------------------------|
| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | | |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 3.0 | 4 | 2 | 4 | 0 | 10/20 | 50 |
| 4.0 | 4 | 5 | 4 | 5 | 18/20 | 90 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |

FUENTE: Las Autoras

Prueba Definitiva: En estas pruebas llego a la conclusión que el porcentaje de mortalidad del 50% de la población *Daphnia magna* se da la concentración de 3.0 PPM, y la máxima concentración donde existe el 100% de mortalidad es en 5.0 PPM.

6.3.2.1.1 *Análisis de la Varianza con Zinc*

Para responder al análisis de la varianza se tomó en cuenta la prueba definitiva de Zinc. Se elaboró una tabla comparativa de valores con el fin de determinar si una prueba es o no significativa y/o si se puede tomar como hipótesis.

Tabla N° 18. Número de replicas

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3.0 | 4 | 2 | 4 | 0 | 18 | 2,5 |
| 4.0 | 4 | 5 | 4 | 5 | 20 | 4.5 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 0 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | | | | 48 | 12 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Tabla N° 19. Análisis de la Varianza con Zinc

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 110 | 5 | 22 | 33 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 12 | 18 | 0.66666667 | | |
| Total | 122 | 23 | | | |

FUENTE: Las Autoras

Para realizar este análisis fue necesario determinar el valor de F para luego ser comparado con F teórico y poder concluir, partiendo de las dos siguientes hipótesis:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$33 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H₁**, la cual arroja que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba (*Daphnia magna*).

6.3.2.1.2 Análisis PROBIT de Zinc

El CL₅₀₋₄₈ se determinó utilizando el método estadístico Probit, tomando los datos de 10 pruebas toxicológicas definitivas en las siguientes concentraciones definitivas 1.0 PPM, 2.0 PPM, 3.0 PPM, 4.0 PPM, 5.0 PPM y un blanco (agua reconstituida).

Los respectivos valores se encuentran en la Tabla N° 20.

Tabla N° 20. CL₅₀₋₄₈ de Zinc obtenida por Método Probit

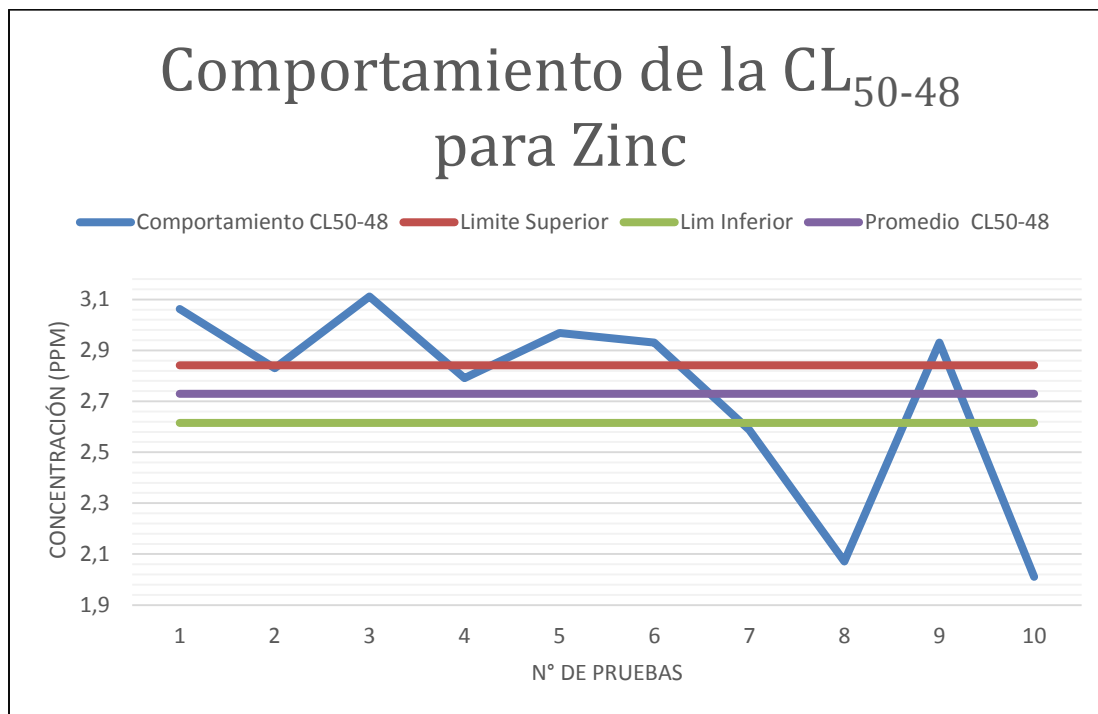
| N° DE PRUEBA | FECHA REALIZACIÓN | FECHA DE LECTURA | CL ₅₀₋₄₈ (PPM) | LÍMITE INFERIOR | LÍMITE SUPERIOR |
|--------------|-------------------|------------------|---------------------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 16-oct-13 | 18-oct-13 | 3,063 | 2,947 | 3,174 |
| 2 | 16-oct-13 | 18-oct-13 | 2,830 | 2,720 | 2,937 |
| 3 | 16-oct-13 | 18-oct-13 | 3,112 | 2,996 | 3,222 |
| 4 | 16-oct-13 | 18-oct-13 | 2,791 | 2,676 | 2,903 |
| 5 | 16-oct-13 | 18-oct-13 | 2,968 | 2,852 | 3,080 |
| 6 | 16-oct-13 | 18-oct-13 | 2,931 | 2,820 | 3,035 |
| 7 | 16-oct-13 | 18-oct-13 | 2,587 | 2,483 | 2,691 |
| 8 | 16-oct-13 | 18-oct-13 | 2,071 | 1,945 | 2,188 |
| 9 | 16-oct-13 | 18-oct-13 | 2,931 | 2,820 | 3,035 |
| 10 | 16-oct-13 | 18-oct-13 | 2,011 | 1,895 | 2,144 |
| PROMEDIO | | | 2,7295 | 2,6154 | 2,8409 |

Fuente: Las Autoras

Los resultados después de ejecutar el programa estadístico Probit indican la sensibilidad de la especie *Daphnia magna*. Para el Zinc tenemos los siguientes resultados:

- Concentración letal media promedio de 10 pruebas representativas finales para Zinc fue de 2.7295 PPM.
- Límite superior promedio de 10 pruebas representativas finales para Zinc fue de 2.8409.
- Límite superior promedio de 10 pruebas representativas finales para Zinc fue de 2.6154.

Grafico N° 8. CL₅₀₋₄₈ para Zinc



Fuente: Las Autoras

Para esta gráfica fueron escogidos 10 datos de concentración letal media, que arrojó el programa estadístico Probit de las diferentes pruebas definitivas efectuadas para Zinc. Esta muestra la distribución de la sensibilidad obtenida y/o concentración letal media para cada una de las pruebas efectuadas. Los valores los podemos encontrar detalladamente en la Tabla N° 20. Cl₅₀₋₄₈ de Zinc obtenida por Método Probit.

Después de desarrollar este trabajo es posible observar que el cultivo y los organismos *Daphnia magna* se encuentran dentro del límite con respecto al valor de la concentración letal media promedio (2.72 PPM), de igual manera muestra el valor del límite inferior promedio y superior promedio calculado por Probit.

Tabla N° 21. Comparación de Resultados Con Zinc

| ESPECIE | CONCENTRACIÓN | PERIODO DE EXPOSICION | REFERENCIA |
|----------------------|-------------------------------|-----------------------|--|
| <i>Daphnia pulex</i> | CL ₅₀ = 1.2199 | 48 Horas | Diseño de un Sistema a Nivel Piloto para la remoción de Plomo y Zinc por debajo de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) para <i>Daphnia pulex</i> . 2009 |
| <i>Daphnia magna</i> | CL ₅₀ = 0.56 mg/L | 96 horas | Ficha de datos de Seguridad, Barrier 77 ASTM D520 TII-Comp. A. En línea |
| <i>Daphnia magna</i> | CL ₅₀ = 3.351 mg/L | 48 horas | Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de los vertimientos de Cadmio y Cinc de una Industria Galvánica mediante Pruebas Toxicológicas.2008 |

FUENTE: Las Autoras

Al comparar la CL₅₀₋₄₈ de diferentes especies acuáticas con las obtenidas en el laboratorio, se encontró que esta varía según la especie y las condiciones de ambiente a las que son expuestas. Además hay organismos más sensibles que otros y la duración de las pruebas es diferente, lo cual muestra una alteración en los resultados, incluso para la misma especie. También es necesario tener en cuenta la composición química de la sustancia a la cual son sometidas.

La recopilación de estos antecedentes pertenecientes a estudios realizados con la sustancia zinc para el organismo *Daphnia magna* no son datos precisos o representativos para hacer una comparación a fondo con el contenido en este ensayo, ya que son resultados obtenidos para el año 2008 y 2009.

El valor de la concentración letal media obtenida en este proyecto es 2.7295 PPM en un periodo de exposición de 48 horas sobre *Daphnia magna*, lo que explica que en ecosistemas podría causar efectos en los organismos presentes.

6.3.2.1.3 Coeficiente de variación de zinc

Es una medida de dispersión que mide la variabilidad en porcentaje de un conjunto de datos.

Tabla N° 22. Datos CL₅₀₋₄₈ de Zinc

| Datos CL ₅₀₋₄₈ de Zinc | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | X ₈ | X ₉ | X ₁₀ |
| 3.063 | 2.830 | 3.112 | 2.791 | 2.968 | 2.931 | 2.587 | 2.071 | 2.931 | 2.011 |

FUENTE: Las Autoras

Para hallar el coeficiente de variación, primero se halló la media, se hizo un promedio con los resultados de la CL₅₀₋₄₈ de Zinc, que fueron arrojados por el programa Probit.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10}}{10} = 2.7295$$

Después se halló la desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Tabla N° 23. Desviación Estándar Zinc

| | | |
|-------|------------|--------|
| 3,063 | 0,3335 | 0,111 |
| 2,830 | 0,101 | 0,010 |
| 3,112 | 0,3825 | 0,146 |
| 2,791 | 0,0615 | 0,003 |
| 2,968 | 0,2385 | 0,056 |
| 2,931 | 0,2015 | 0,040 |
| 2,587 | -0,1425 | -0,020 |
| 2,071 | -0,6585 | -0,433 |
| 2,931 | 0,2015 | 0,040 |
| 2,011 | -0,7185 | -0,516 |
| Σ | 2,6645E-15 | -0,563 |

FUENTE: Las Autoras

$$S = \frac{0.563}{10 - 1} = 0.250$$

Al final se halló el Coeficiente de Variación con el fin de comparar la variabilidad de los datos obtenidos.

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} * 100$$

$$CV = \frac{0.250}{0.7295} = 0.0916 \approx 9.16 \%$$

El coeficiente de variación fue menor al 10% lo que indica que la media es representativa y existe mayor homogeneidad en los valores obtenidos en las pruebas realizadas con Zinc.

6.3.3 Pruebas toxicológicas con Hidróxido de Amonio

Las pruebas toxicológicas realizadas fueron con los contaminantes Hidróxido de Amonio y Zinc, el objetivo principal fue determinar la concentración letal media para cada uno los contaminantes utilizados en las pruebas con organismos *Daphnia magna*.

Prueba Preliminar: Con el fin de determinar las concentraciones apropiadas para hidróxido de amonio se realizaron diferentes pruebas utilizando el organismo *Daphnia magna*, Como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 24. Prueba Preliminar con Hidróxido de Amonio.

| <i>Concentración Nominal (ppm)</i> | <i># de organismos muertos</i> | | | | <i># De Muertes/Total de organismos</i> | <i>% De Mortalidad</i> |
|--|------------------------------------|----------|----------|----------|---|------------------------|
| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | | |
| 0.1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 7/20 | 35 |
| 0.125 | 3 | 3 | 3 | 4 | 13/20 | 65 |
| 0.150 | 4 | 4 | 5 | 5 | 18/20 | 90 |
| 0.175 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 0.2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |

FUENTE: Las Autoras

Obteniendo los resultados mostrados en la **Tabla N° 24**, se concluye entonces que a partir de 0.175 ppm murió el 100% de la población y en 0.1 PPM el 35%, por lo tanto se procedió a realizar las pruebas definitivas teniendo en cuenta estos rangos.

Prueba Definitiva: Después de realizar las 5 pruebas preliminares con Hidróxido de amonio, se establecieron los rangos de las concentraciones para las pruebas definitivas, entre 0.00025 ppm y 0.25 ppm.

Tabla N° 25. Prueba Definitiva con Hidróxido de Amonio

| <i>Concentración Nominal (ppm)</i> | <i># de organismos muertos</i> | | | | <i># De Muertes/Total de organismos</i> | <i>% De Mortalidad</i> |
|--|------------------------------------|----------|----------|----------|---|------------------------|
| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | | |
| 0.00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 0.0025 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3/20 | 15 |
| 0.0125 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10/20 | 50 |
| 0.025 | 3 | 4 | 3 | 4 | 14/20 | 70 |
| 0.25 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| Blanco | 5 | 5 | 5 | 5 | 0/20 | 0 |

FUENTE: Las Autoras

Teniendo en cuenta los datos obtenidos en las pruebas preliminares, se ha decidido trabajar con concentraciones más bajas que 0.1 ppm. Realizando cada una de las pruebas se determinó que la mitad de la población muere en la concentración correspondiente a 0.0125

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 66

ppm y el porcentaje máximo de mortalidad se presenta en 0.25 ppm. Se concluye entonces que el hidróxido de amonio tiene características tóxicas causando daños a la salud humana y al medio ambiente.

6.3.3.1 Análisis de la Varianza con Hidróxido de Amonio

Con el fin de demostrar si las pruebas son significativas o no, se elaboró una tabla teniendo en cuenta las pruebas definitivas con Hidróxido de amonio. Por medio de estos datos fue posible realizar el análisis de varianza.

Tabla N° 26. Análisis de Varianza con Hidróxido de Amonio

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------|--------------------|----|----|--------------|-----------|-----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0.00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0.0025 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0.75 |
| 0.0125 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | 2.25 |
| 0.025 | 3 | 3 | 4 | 4 | 14 | 3.5 |
| 0.25 | 4 | 5 | 5 | 5 | 18 | 4.5 |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | Total | 44 | 11 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

FUENTE: Las Autoras

Tabla N° 27. Análisis de la Varianza con Hidróxido de Amonio

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 71,8333333 | 5 | 14,3666667 | 73,8857143 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 3,5 | 18 | 0,19444444 | | |
| Total | 75,333333 | 23 | | | |

FUENTE: Las Autoras

Calculando el valor de F, se compara con el F teórico y poder llegar a la conclusión, partiendo de dos hipótesis.

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos.

H1: Las diferentes concentraciones producen un diferente efecto en todos los organismos.

$$73.85 > 2,77$$

Como se puede observar el valor de $F_C > F_T$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, concluyendo de esta manera que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos de prueba.

6.3.3.2 Análisis PROBIT de Hidróxido de Amonio

Para determinar la concentración letal media de Hidróxido de amonio se utilizó el programa estadístico Probit, el cuál arrojó el límite superior e inferior, bajo un porcentaje de confianza del 95%.

Para llevar a cabo este procedimiento se realizaron 10 pruebas definitivas con hidróxido de amonio. A continuación se muestran los resultados.

Tabla N° 28. CL₅₀₋₄₈ de Hidróxido de amonio obtenida por Método Probit

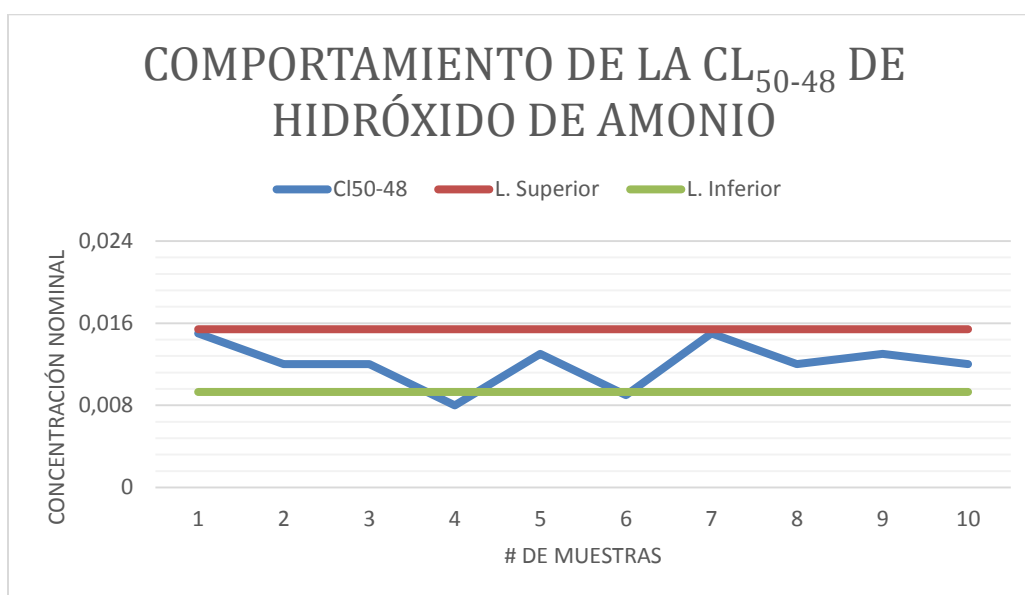
| PRUEBA | FECHA REALIZACION | FECHA LECTURA | CL ₅₀₋₄₈ PPM | INFERIOR | SUPERIOR |
|-----------------|----------------------|------------------|----------------------------|----------|----------|
| 1 | Nov. 20 de 2013 | Nov. 22 de 2013 | 0.015 | 0.012 | 0.020 |
| 2 | Nov. 20 de 2013 | Nov.22 de 2013 | 0.012 | 0.009 | 0.016 |
| 3 | Nov. 20 de 2013 | Nov.22 de 2013 | 0.012 | 0.009 | 0.016 |
| 4 | Nov. 20 de 2013 | Nov. 22 de 2013 | 0.008 | 0.006 | 0.010 |
| 5 | Nov. 20 de 2013 | Nov.22 de 2013 | 0.013 | 0.010 | 0.017 |
| 6 | Nov. 20 de 2013 | Nov.22 de 2013 | 0.009 | 0.007 | 0.012 |
| 7 | Nov. 20 de 2013 | Nov. 22 de 2013 | 0.015 | 0.012 | 0.019 |
| 8 | Nov. 20 de 2013 | Nov.22 de 2013 | 0.012 | 0.009 | 0.014 |
| 9 | Nov. 20 de 2013 | Nov.22 de 2013 | 0.013 | 0.010 | 0.016 |
| 10 | Nov. 20 de 2013 | Nov.22 de 2013 | 0.012 | 0.009 | 0.014 |
| TOTAL | | | 0.121 | 0.093 | 0.154 |
| PROMEDIO | | | 0.0121 | 0.0093 | 0.0154 |

FUENTE: Las Autoras

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 68**

Habiendo ejecutado el programa estadístico Probit para las 10 pruebas definitivas con Hidróxido de amonio, se concluye que el promedio del límite inferior es de 0.0093 y del superior es del 0.0154. Es posible observar que la concentración letal media para el Hidróxido de amonio fue del 0.0121 ppm, esto indica que la sensibilidad de los organismos expuestos al contaminante relacionado es muy alta.

Grafico N° 9. CL₅₀₋₄₈ para Hidróxido de Amonio.



FUENTE: Las Autoras

La gráfica anterior muestra que la concentración letal media para Hidróxido de Amonio se encuentra dentro del límite superior e inferior, sin embargo en el punto correspondiente a la muestra número cuatro se puede observar que la concentración letal media se sale del límite Inferior. Esto fue calculado con las 10 pruebas definitivas y el programa estadístico PROBIT.

Se concluye entonces que el acondicionamiento del cultivo, no fue óptimo o el deseado, por tal razón posible ver porcentajes de error, sin embargo y teniendo en cuenta esta situación los resultados generados fueron confiables.

6.3.3.3 Coeficiente de variación para Hidróxido de Amonio

Es una medida de dispersión que básicamente mide la variabilidad en porcentaje de un conjunto de datos.

Tabla N° 29. Datos CL₅₀₋₄₈ de hidróxido de amonio

| Datos CL ₅₀₋₄₈ DE HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | | | | |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| X ₁ | X ₂ | X ₃ | X ₄ | X ₅ | X ₆ | X ₇ | X ₈ | X ₉ | X ₁₀ |
| 0.015 | 0.012 | 0.012 | 0.008 | 0.013 | 0.009 | 0.015 | 0.012 | 0.013 | 0.012 |

FUENTE: Las Autoras

Para hallar el coeficiente de variación, fue necesario determinar la media, esto se llevó a cabo gracias al promedio teniendo en cuenta los datos obtenidos en la CL₅₀₋₄₈ de Hidróxido de Amonio arrojados por el programa PROBIT.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{0.015 + 0.012 + 0.012 + 0.008 + 0.013 + 0.009 + 0.015 + 0.012 + 0.013 + 0.012}{10} \\ = 0.0121$$

Después se halló la desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Tabla N° 30. Desviación Estándar Hidróxido de Amonio

| x_i | $x_i - \bar{x}$ | $(x_i - \bar{x})^2$ |
|----------|----------------------|--|
| 0.015 | $2.9 \cdot 10^{-3}$ | $8.41 \cdot 10^{-6}$ |
| 0.012 | $-1 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-8}$ |
| 0.012 | $-1 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-8}$ |
| 0.008 | $-4.1 \cdot 10^{-3}$ | $1.681 \cdot 10^{-5}$ |
| 0.013 | $9 \cdot 10^{-4}$ | $8.1 \cdot 10^{-7}$ |
| 0.009 | $3.1 \cdot 10^{-3}$ | $9.61 \cdot 10^{-6}$ |
| 0.015 | 0.0029 | $8.41 \cdot 10^{-6}$ |
| 0.012 | $-1 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-8}$ |
| 0.013 | $9 \cdot 10^{-4}$ | $8.1 \cdot 10^{-7}$ |
| 0.012 | $-1 \cdot 10^{-4}$ | $1 \cdot 10^{-8}$ |
| Σ | 0 | $5.33 \cdot 10^{-5}$ |

FUENTE: Las Autoras

$$S = \frac{\sqrt{5.33 \cdot 10^{-5}}}{10 - 1} = 2.4335 \cdot 10^{-3}$$

Al final se halló el Coeficiente de Variación con el fin de comparar la variabilidad de los datos obtenidos.

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$CV = \frac{2.4335 \cdot 10^{-3}}{0.0121} \cdot 100 = 20.11 \%$$

El coeficiente de variación fue mayor al 10% lo que indica que no existe homogeneidad total en los valores obtenidos para las pruebas realizadas con Hidróxido de Amonio. Esto puede ser debido a que el Hidróxido de Amonio es un compuesto muy volátil y para realizar los ensayos con éste es apropiado usar un montaje de tipo bioensayo- continuo, lo

que garantizaría un suministro continuo en un tanque de dosificación. Estos montajes son costosos y de difícil acceso.

6.3.4 Generalidades de la industria galvanotécnica

La industria galvanotécnica en la cual se desarrolló parte del proyecto es una empresa que realiza recubrimientos electroquímicos para el mercado de autopartes. El proceso de recubrimiento electrolítico está basado en la conversión de las piezas de metal del ánodo e iones metálicos que se distribuyen en la solución depositándose en la pieza a recubrir formando casi de manera instantánea una capa metálica en su superficie. En algunos procesos en los cuales el metal se coloca sin fuente externa de corriente eléctrica se usan productos químicos como sales y metales; los más utilizados son el zinc, cromo y níquel.

6.3.4.1 Recubrimiento electrolítico

El recubrimiento electrolítico de las piezas se produce por inmersión. Para ello se introducen las piezas en las cubas donde se encuentra el electrolito, se les aplica la corriente como cátodo, se recubren y se secan. Al extraer las piezas del baño arrastran una cantidad del electrolito sobre la superficie de las piezas. Esa película superficial arrastrada se elimina en un proceso de lavado posterior para que no interfiera en las siguientes operaciones o presente las condiciones de acabado exigidas.

6.3.4.2 Equipos utilizados

Para el desarrollo del proceso productivo la empresa cuenta con los siguientes equipos:

- Cubas electrolíticas, Calentadores, agitación, filtración, rectificadores de corriente, conductores, bastidores, pulidores, amperímetros y voltímetros, instrumentos de control: pH metros, termómetro, cronómetro, ánodos

6.3.5 Prueba de toxicidad vertimiento sin tratar con zinc

Muestreo: Esta industria galvanotécnica posee un sistema de tratamiento primario, desarrollado a través de mezcla rápida y lenta por medio de hélices mecánicas con el fin de permitir la precipitación de los metales pesados presentes en el agua gracias al coagulante utilizado, en este caso es el cloruro férrico. Este proceso es conocido como coagulación – floculación.

Se realizó un muestreo puntual de tres litros a la entrada del tratamiento, al cual se le practicó un análisis de parámetros fisicoquímicos en el laboratorio Antek S.A, con el fin de conocer las concentraciones de los parámetros enunciados anteriormente. El caudal utilizado fue de 0.15 m³/día.

A continuación se muestra los parámetros fisicoquímicos medidos en el laboratorio: **VER**

ANEXO 9.

Tabla N° 31. Parámetros fisicoquímicos del vertimiento sin tratar con zinc

| PARÁMETRO | PRIMER MUESTREO | UNIDAD | MÉTODO |
|--------------------|-----------------|----------------|------------------|
| Temperatura | 17 | °C | Directo |
| pH | 6.85 | Unidades de pH | Phmetro |
| DBO | 60 | mg/L | Volumétrico |
| DQO | 350 | mg/L | Volumétrico |
| Dureza | 42 | mgCaCo3 | Volumétrico-EDTA |
| SST | 39.5 | mg/L | Gravimétrico |
| ZINC | 100 | mg/L | E.E.A |

FUENTE: Las Autoras Análisis de la caracterización fisicoquímica.

Teniendo en cuenta los resultados de la caracterización realizada al vertimiento sin tratar se observó el incumplimiento del zinc, parámetro que se encuentra como sustancia de interés sanitaria en el decreto 1594 de 1984, ya que no existe este valor en la norma técnica para el

control y el manejo de los vertimientos realizados a la red de alcantarillado público en el Distrito capital 3957 de 2009

Pruebas preliminares: Se llevaron a cabo 5 pruebas preliminares de concentraciones de 20, 40 ,60 ,80 y 100% de la muestra tomada en el vertimiento sin tratar, y un blanco realizado con agua reconstituida. Estos resultados no fueron significativos ya que en todas las pruebas se visualizó una mortalidad de 100%, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 32. Prueba Preliminar del vertimiento sin tratar con Zinc

| <i>Concentración Nominal (%)</i> | <i># de organismos muertos</i> | | | | <i># De Muertes/Total de organismos</i> | <i>% De Mortalidad</i> |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|---|------------------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 20 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 40 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 60 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 80 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 100 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |

FUENTE: Las Autoras

Se realizó cinco pruebas toxicológicas definitivas, teniendo en cuenta un nuevo rango de concentraciones, estos valores fueron: 0.1, 0.5, 0.7, 1.0, 1.5, 3.0 % y un blanco realizado con agua reconstituida, tal como se puede observar en la siguiente tabla.

Tabla N° 33. Prueba Definitiva del vertimiento sin tratar

| <i>Concentración Nominal (%)</i> | <i># de organismos muertos</i> | | | | <i># De Muertes/Total de organismos</i> | <i>% De Mortalidad</i> |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------|----------|----------|---|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5/20 | 40 |
| 0.7 | 3 | 3 | 4 | 4 | 10/20 | 60 |
| 1.0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 15/20 | 80 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 19/20 | 100 |
| 3.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 20/20 | 0 |

FUENTE: Las Autoras

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 74**

La anterior tabla muestra que en la concentración de 0.1% no se presentó mortandad de los organismos, mientras que a partir de la concentración de 1.5% se presenta el 100% de mortalidad. Se deduce entonces que la CL₅₀₋₄₈ del vertimiento se encuentra entre las concentraciones del 0.7 y 1.0%

6.3.5.1 Análisis Probit de Vertimiento sin tratar

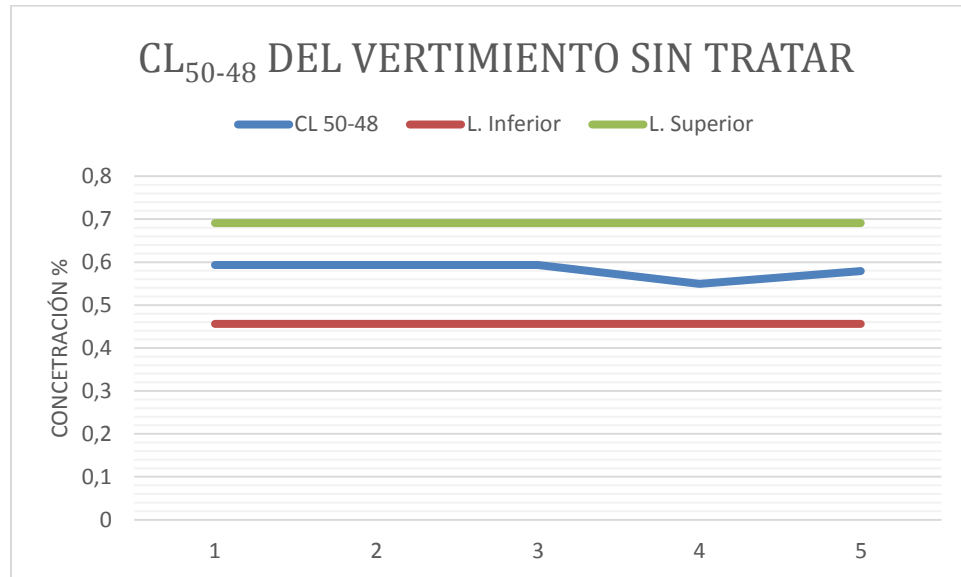
La determinación de la CL₅₀₋₄₈ se hizo utilizando el método estadístico Probit, con un límite de confiabilidad del 95%, utilizando los datos de 5 pruebas toxicológicas con las concentraciones definitivas y el blanco. A continuación se muestran los valores de la concentración letal al igual que los valores de los límites inferior y superior.

Tabla N° 34. Carta de control de las pruebas con el vertimiento sin tratar

| PRUEBA | FECHA REALIZACIÓN | FECHA LECTURA | CL ₅₀₋₄₈ PPM | INFERIOR | SUPERIOR |
|----------|----------------------|------------------|----------------------------|----------|----------|
| 1 | Enero 14/2014 | Enero 16/2014 | 0.5930 | 0.4670 | 0.6909 |
| 2 | Enero 14/2014 | Enero 16 /2014 | 0.5930 | 0.4670 | 0.6909 |
| 3 | Enero 14/2014 | Enero 16 /2014 | 0.5930 | 0.4670 | 0.6909 |
| 4 | Enero 14/2014 | Enero 16 /2014 | 0.5493 | 0.4272 | 0.6653 |
| 5 | Enero 14/2014 | Enero 16 /2014 | 0.5790 | 0.4544 | 0.7064 |
| PROMEDIO | | | 0.5816 | 0.4565 | 0.6925 |

FUENTE: Los Autores

Grafica N°10. CL_{50-48} Del Vertimiento sin tratar



FUENTE: Los Autores

La gráfica anterior describe el comportamiento de los resultados arrojados por el programa estadístico Probit, dando a conocer la concentración letal media del vertimiento sin tratar en las pruebas definitivas, se observa que el promedio del límite superior es de 0,6925% y el promedio del límite inferior de 0,4565%, para las 5 pruebas toxicológicas realizadas. De estas pruebas se obtuvo un promedio de Concentración Letal media de 0,5816%.

6.3.5.2 Análisis de la Varianza del Vertimiento sin tratar

Se realizó el análisis correspondiente de varianza para los ensayos con vertimiento con *Daphnia magna*. Para este caso se postuló a hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos.

H₁: Las diferentes concentraciones producen un diferente efecto en todos los organismos.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 76**

Para el análisis del resultado se debe tener en cuenta la siguiente condición:

F_c > F_t: se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

F_c < F_t: se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la varianza de las 5 pruebas definitivas con el vertimiento, en ella se puede observar que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se garantiza la validez de los datos.

Tabla N° 35. CL₅₀₋₄₈ del vertimiento sin tratar y su respectiva varianza.

| N° de Ensayo | CL ₅₀₋₄₈ (% v/v) | VARIANZA | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|------------|
| | | F calculado | F. Teórico |
| 1 | 0.5930 | 135.6 | |
| 2 | 0.5930 | 98.45 | 2.77 |
| 3 | 0.5930 | 98.45 | |
| 4 | 0.5493 | 102 | |
| 5 | 0.5798 | 172.4 | |
| PROMEDIO | 0.5816 | 121.38 | 2.77 |

FUENTE: Los Autores

6.3.5.3 Obtención de la carga toxicológica e índice toxicológico del vertimiento sin tratar.

Para clasificar la industria según su descarga a cuerpos de aguas fue necesario tener en cuenta el valor de la CL₅₀₋₄₈ del vertimiento sin tratar y el caudal de la industria.

6.3.5.4 Índice toxicológico del vertimiento sin tratar

$$\text{Carga Tóxica (UT)} = (100/\text{CL}_{50}) * Q$$

Q = Caudal promedio (m³/mes)

CT = Carga Tóxica, expresada en unidades Tóxicas

CL₅₀= Concentración Letal Media Promedio

$$Carga\ Tóxica = \frac{100}{0.5816\% (v/v)} * 4.5 \frac{m^3}{mes}$$

$$Carga\ Tóxica = 261.72\ UT$$

Una vez hallada la carga tóxica del vertimiento se determinó el índice toxicológico del mismo con la siguiente fórmula:

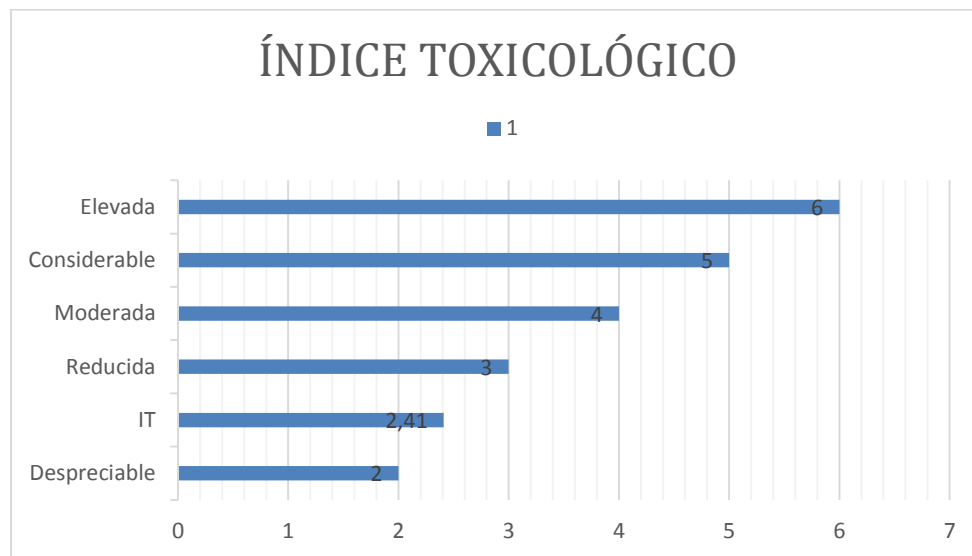
IT: Índice toxicológico

$$IT = Log\ 1 + UT$$

$$IT = Log\ 1 + 261.72\ UT$$

$$IT = 2.41$$

Gráfica N° 11. Determinación del índice toxicológico del vertimiento sin tratar



FUENTE: Los Autores

De acuerdo a la gráfica N°10 se observa el rango del índice toxicológico del vertimiento crudo trabajado, este valor corresponde al 2.41 el cual se ve representado por la barra color azul denominada IT indicando un rango de 2 a 2.99 lo que asegura que es reducida. Este rango se encuentra establecido gracias a la clasificación realizada por el profesor Pedro

Miguel Escobar. Teniendo en cuenta este índice toxicológico, es importante que la industria reduzca su carga y por ende el índice toxicológico de su vertimiento.

6.3.6 Prueba de toxicidad del vertimiento tratado

Luego del tratamiento fisicoquímico implementado en la empresa se realizaron las últimas pruebas del vertimiento para saber si la concentración del metal utilizado zinc disminuyó de tal forma que alcanzaran un valor por debajo de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈).

Se realizó la medición de los parámetros fisicoquímicos de interés, con el fin de hacer un análisis comparativo y determinar los cambios obtenidos durante el proceso, así mismo la efectividad de remoción del tratamiento.

A continuación se muestra los valores de la caracterización realizada:

Tabla N° 36. Caracterización de parámetros fisicoquímicos del vertimiento tratado

| PARÁMETRO | MUESTREO | UNIDADES |
|--------------------|----------|------------------------|
| Temperatura | 19 | °C |
| pH | 7.5 | Unidades de pH |
| DBO | 8.2 | mg/L |
| DQO | 150 | Mg/L |
| Dureza | 35 | Mg/L CaCO ₃ |
| SST | 29 | mg/L |
| ZINC | 8.71 | mg/L |

FUENTE: Las Autoras

Al comparar los resultados de la caracterización realizada al vertimiento tratado de la industria galvanotécnica con la normatividad colombiana, se determinó que todos los parámetros analizados presentaron una disminución después de pasar por el tratamiento.

Tabla N° 37. Cumplimiento de parámetros del vertimiento tratado de acuerdo al Decreto 3957/ 09 y de 1594/84

| PARAMETRO | VALOR | CUMPLE | NO CUMPLE |
|-----------|-----------|--------|-----------|
| pH | 6 – 9 | X | |
| DBO | 800 mg/L | X | |
| DQO | 1500 mg/L | X | |
| Dureza | NV | | |
| SST | 600 mg/L | X | |
| Zinc | 15 mg/L | x | |

FUENTE: Los Autores

❖ **Pruebas Definitivas:** Después de realizar las pruebas de toxicidad con el vertimiento sin tratar en la cual se realizaron cinco pruebas preliminares, cinco pruebas definitivas, se realizó entonces el análisis de varianza y se determinó la concentración letal media CL₅₀₋₄₈ por medio del programa estadístico PROBIT, se llevó a cabo los bioensayos con el vertimiento que ha pasado por el tratamiento fisicoquímico (coagulación – floculación), con el fin de comparar la concentración letal media obtenida con cada una de las muestras y además verificar el efecto del tratamiento fisicoquímico después de que el agua pasa por el tanque donde se realiza la precipitación de los metales.

Teniendo en cuenta las caracterizaciones realizadas por el laboratorio se obtuvo inicialmente un valor de 100 mg/L y uno final de 8.71 mg/L, se considera entonces que el tratamiento realizado para el vertimiento con presencia de zinc, fue efectivo ya que removió aproximadamente el 90% de este contaminante.

Para determinar la CL₅₀₋₄₈ del vertimiento tratado, se realizó 5 pruebas usando cinco concentraciones diferentes: 3, 5, 7, 10, 15 mg/L como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla N° 38. Pruebas definitivas con el vertimiento tratado

| Concentración Nominal (%) | # de organismos muertos | | | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
|------------------------------|----------------------------|---|---|---|-------------------------------------|-----------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 10 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10/20 | 50 |
| 15 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 20/20 | 0 |

FUENTE: Las Autoras

Después de realizar las cinco pruebas con el vertimiento tratado, se observó que la concentración donde no hay porcentaje de mortalidad es hasta 7% y donde hubo el 100% de mortalidad se presenta en la concentración correspondiente al 15%. Esto demuestra la eficiencia del tratamiento aplicado en el vertimiento.

6.3.6.1 Análisis Probit del Vertimiento Tratado

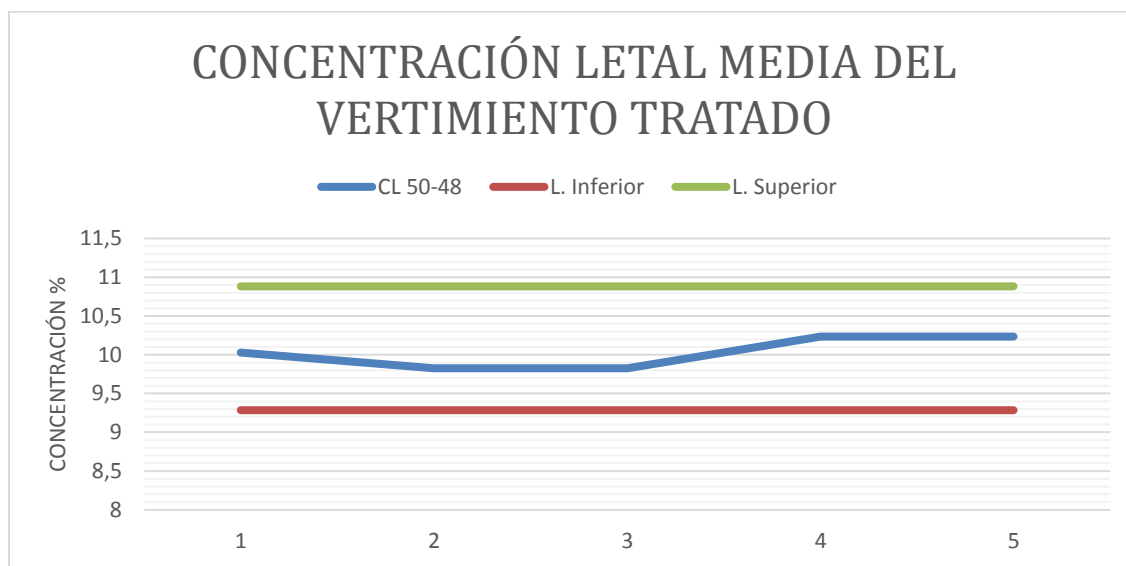
La determinación de la concentración letal media se llevó a cabo utilizando el método estadístico Probit, con un límite de confiabilidad del 95%, utilizando los datos de las cinco pruebas definitivas con las concentraciones de la tabla anterior y un blanco. Los valores de la concentración letal al igual que los valores de los límites inferior y superior se muestran a continuación.

Tabla N° 39. Carta de control de las pruebas con el vertimiento tratado

| PRUEBA | FECHA REALIZACION | FECHA LECTURA | CL ₅₀₋₄₈ PPM | INFERIOR | SUPERIOR |
|----------|----------------------|------------------|----------------------------|----------|----------|
| 1 | Enero 14/2014 | Enero 16 /2014 | 10.0264 | 9.2833 | 10.8807 |
| 2 | Enero 14/2014 | Enero 16/2014 | 9.8248 | 9.1078 | 10.6652 |
| 3 | Enero 14/2014 | Enero 16 /2014 | 9.8248 | 9.1078 | 10.6652 |
| 4 | Enero 14/2014 | Enero 16 /2014 | 10.2366 | 9.4678 | 11.1037 |
| 5 | Enero 14/2014 | Enero 16 /2014 | 10.2366 | 9.4678 | 11.1037 |
| PROMEDIO | | | 10.0298 | 9.2869 | 10.8837 |

FUENTE: Las Autoras

Gráfica N° 12. CL₅₀₋₄₈ del vertimiento tratado



FUENTE: Los Autores

La gráfica muestra los resultados encontrados con el programa Probit, con un límite de confianza de 95%, donde el promedio de la CL₅₀₋₄₈ es de 10.0298 %, con un valor máximo de 10.8837% y un mínimo de 9.2869%, para las 5 pruebas toxicológicas realizadas.

Como se puede observar todas las concentraciones letales medias obtenidas por medio de las pruebas de toxicidad con el vertimiento tratado, se encuentran dentro de los límites de confianza, indicando la aprobación de las pruebas realizadas.

6.3.6.2 Análisis de Varianza de Vertimiento Tratado

Se realizó el análisis correspondiente de varianza para los ensayos con vertimiento tratado sobre *Daphnia magna*. Para la realización de la ANOVA de cada una de la pruebas, se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos.

H₁: Las diferentes concentraciones producen un diferente efecto en todos los organismos.

Para el análisis del resultado se debe tener en cuenta la siguiente condición:

F_c > F_t: se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

F_c < F_t: se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

En la siguiente tabla se muestran los resultados de la varianza de las 5 pruebas definitivas con el vertimiento, en ella se puede observar que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se garantiza la validez de los datos. A continuación se muestran los valores de CL₅₀₋₄₈ del vertimiento tratado.

Tabla N° 40. Concentración letal media del vertimiento tratado y su respectiva varianza.

| N° de Ensayo | CL ₅₀₋₄₈ (% v/v) | VARIANZA | |
|-----------------|-----------------------------|-------------|------------|
| | | F calculado | F. Teórico |
| 1 | 10.0264 | 315 | 2.77 |
| 2 | 9.8248 | 118.96 | |
| 3 | 9.8248 | 436.2 | |
| 4 | 10.2366 | 436.2 | |
| 5 | 10.2366 | 315 | |
| PROMEDIO | 10.0298 | 324.27 | 2.77 |

FUENTE: Las Autoras

Como lo muestra en la tabla anterior, la concentración letal media del vertimiento tratado es de 10.0298 %. Se muestra también que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna; por lo tanto, se concluyó, que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos *Daphnia magna*.

6.3.6.3 Obtención de la carga toxicológica e índice toxicológico del vertimiento tratado

Se obtuvo la carga e índice toxicológico de la muestra del vertimiento tratado con el fin de clasificarlo y evaluarlo, teniendo en cuenta el caudal del vertimiento industrial, la

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 83**

Concentración letal media del vertimiento tratado y carga tóxica del efluente. La carga toxica del efluente se calculó con la siguiente ecuación:

$$\text{Carga Tóxica (UT)} = (100/\text{CL}_{50}) * Q$$

Q = Caudal promedio (m³/mes)

CT = Carga Tóxica, expresada en unidades Tóxicas

CL₅₀= Concentración Letal Media Promedio

$$CARGA TOXICOLÓGICA = \frac{100}{10.0298 \%} * 4.5 m^3/mes$$

$$CARGA TOXICOLÓGICA = 44.86 UT$$

Con el cálculo y transformación logarítmica en base 10 de la carga tóxica se obtuvo el índice toxicológico de la siguiente manera:

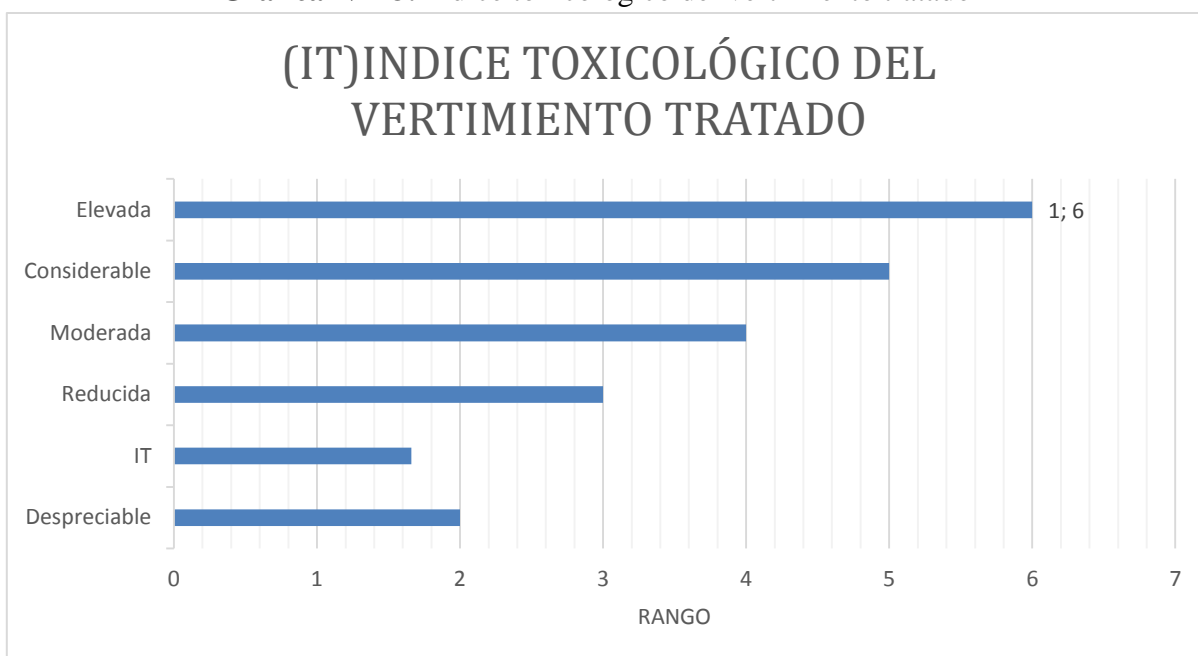
IT: Índice toxicológico

$$IT = \log 1 + UT$$

$$IT = \log(1 + 44.86)$$

$$IT = 1.66$$

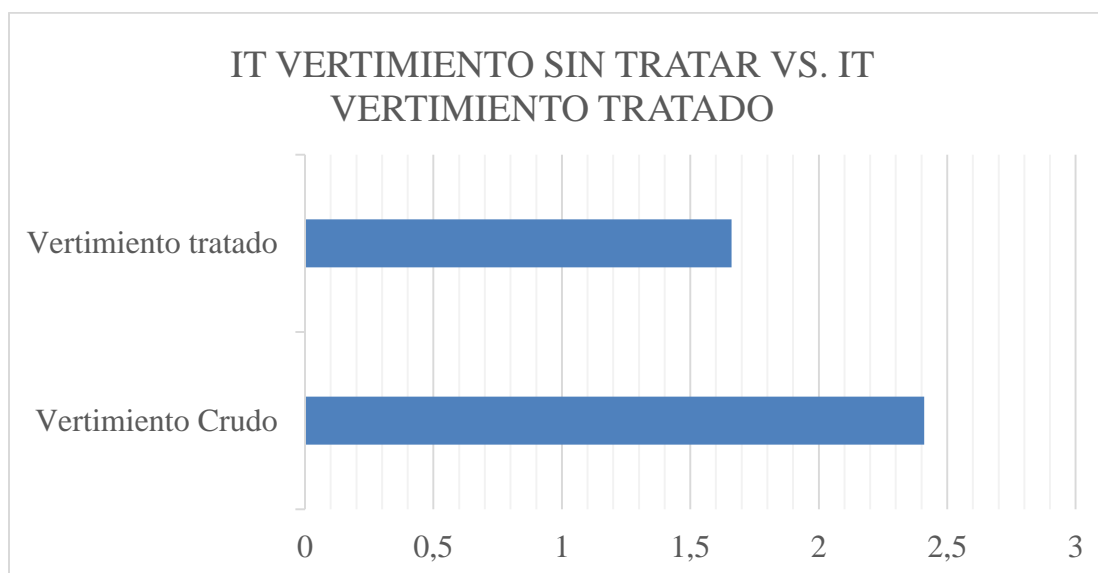
Gráfica N° 13. Índice toxicológico del vertimiento tratado



FUENTE: Las Autoras

De acuerdo a la gráfica el índice toxicológico calculado, presenta una carga tóxica despreciable con un valor 1.66, el cual se encuentra ubicado dentro del rango de 0 a 1.99.

Gráfica N° 14. Comparación del índice toxicológico del vertimiento crudo vs. El vertimiento tratado.



FUENTE: Los Autores

Al realizar un análisis comparativo de las cargas toxicológicas, antes y después del tratamiento, se puede notar una disminución en la carga contaminante del vertimiento de 2.41 a 1.61, con lo anterior se deduce que el tratamiento fisicoquímico implementado en la industria presentó una efectividad en la remoción de carga contaminante del 90%, lo cual cumple con el objetivo del presente proyecto.

Este sistema para la remoción de metales pesados efectuado y puesto en marcha aplicando el método de coagulación floculación presentó una remoción satisfactoria del metal evaluado (Zinc) , el cual cumplió con la normatividad existente a nivel nacional, además el agua residual tratada por esta unidad primaria también mostró una disminución en DBO, DQO, SS, entre otros.

La efectividad de esta unidad, nos permitió no solo disminuir la concentración de contaminantes, si no que se está reduciendo el impacto adverso generado al medio ambiente.

7 CONCLUSIONES

- Se determinó la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Zinc en el organismo *Daphnia magna* obteniendo un valor de 2,72 PPM, encontrándose dentro de los límites de confianza del zinc de las CL₅₀₋₄₈ calculadas en investigaciones realizadas anteriormente.
- Se determinó que la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio es de 0.0121PPM, obteniendo un límite inferior de 0.0093 y uno superior de 0.0154, concluyendo que este tiene un grado de toxicidad mayor al del zinc.
- Se determinó la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) del vertimiento de la industria sin tratamiento sobre la especie *Daphnia magna*, dando como resultado 0,5817 ppm, el

cual se encuentra dentro del rango obtenido en la ficha de datos de seguridad, Barrier. 77 ASTM D520 TII-Comp. A. (0,50 mg/l).

- Se determinó la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) del vertimiento de la industria con tratamiento sobre la especie *Daphnia magna*, dando como resultado 10,0298 ppm, concluyendo así la disminución de la contaminación generada con zinc después de pasar por el tratamiento implementado por la empresa.
- Al evaluar los valores obtenidos en los índices de efecto toxicológico potencial del vertimiento industrial sin tratar y tratado, donde se obtuvo el valor de 2,41 y 1,66 respectivamente, se logra evidenciar que el tratamiento realizado en la empresa es eficiente ya que permite una reducción de la carga tóxica.
- Se comprobó que el tratamiento implementado en la industria galvanotécnica es efectivo, teniendo en cuenta que se obtuvo una concentración letal media mayor y una disminución de los parámetros después de que el vertimiento fue tratado con el tratamiento fisicoquímico.

8 RECOMENDACIONES

- Es recomendable seguir con el tratamiento fisicoquímico implementado por la empresa ya que este es efectivo en la remoción de metales en el agua, de esta manera se disminuirá la concentración de los mismos.
- Se recomienda utilizar los bioensayos toxicológicos ya que a partir de los análisis de letalidad en organismos acuáticos se podrá garantizar la confiabilidad de los resultados, gracias a esto se tomarán decisiones que ayuden a la conservación del recurso hídrico

en Colombia, como realizar cambios en los insumos o implementar tratamientos previos al vertimiento a un cuerpo de agua.

- Los humedales son tratamientos óptimos para disminuir las cargas contaminantes de los metales, se recomendaría estudiar la posibilidad de implementar humedales sub superficiales en las industrias metalmecánicas, galvanizadoras, y todas las que generen metales en sus vertimientos ya que permiten un tratamiento efectivo minimizando el uso de equipos mecánicos, disminuyen el uso de energía eléctrica y la mano de obra.
- Se sugiere entregar los lodos provenientes del tratamiento fisicoquímico a empresas gestoras como Biolodos S.A que traten y dispongan los mismos como residuo de una manera adecuada teniendo en cuenta la normatividad vigente, ya que actualmente se encuentran almacenados en cuartos.
- Teniendo en cuenta el proceso desarrollado en la empresa se logra evidenciar altas temperaturas y olores que pueden causar daños perjudiciales a la salud de los trabajadores, se recomienda implementar un programa de salud ocupacional.
- Se recomienda optimizar los ductos de ventilación o extractores permitiendo la circulación de aire y la extracción de los gases corrosivos que el proceso genera.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez M., Monge L. F. (2008) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de cromo y cobre en *Daphnia magna*, para el vertimiento de una industria galvanotecnica y propuesta de pre- tratamiento para la disminución de la toxicidad en dicho vertimiento. Tesis de grado. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- De La Lanza G., Espino S. H. (2000). Organismos Indicadores de la Calidad Del Agua y de la Contaminación- Biondicadores. México.
- Recuperado de:
http://books.google.com.co/books?id=DfXiBOYXb98C&printsec=frontcover&hl=es&source=gb_s_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando *Daphnia pulex* para la evaluación de muestras ambientales. Bogotá. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.
- Escobar P. M., García L. E. (1993) Determinación de la toxicidad aguda de los detergentes mediante sistemas estáticos utilizando *Daphnia magna*. Tesis de grado. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia
- Escobar P. M., Londoño R. D. (2009) Manual práctico de ensayos de toxicidad en medio acuático con organismos del genero *Daphnia*. Universidad de la Salle. P. 90. Bogotá, Colombia.
- Gamez Rojas C. M., Ramírez E. J. (2008) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) del herbicida roundup 747 sobre ecosistemas acuáticos mediante pruebas toxicológicas con *Daphnia magna*. Tesis de grado. Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia.
- González M., Herrera D. (2010) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Litio y Boro, sobre ecosistemas acuáticos mediante ensayos de toxicidad sobre *Daphnia magna*. Tesis de grado. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia.
- Maldonado G., Castelblanco M. (2008) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de los vertimientos de Cadmio y Cinc de una Industria Galvánica mediante Pruebas Toxicológicas. Tesis de grado. Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia.
- Núñez M., Hurtado J. (2004) Bioensayos de toxicidad aguda utilizando *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Daphniidae) desarrollada en medio de cultivo modificado. Laboratorio de Biotecnología Ambiental. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

- Orozco J., Toro Á. M. (2007) Determinación de la Concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) del Cromo y el Cobre por medio de bioensayos de toxicidad acuática sobre *Daphnia pulex*. Tesis de grado. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.
- Pupiales L., Fernández J. C. (2010) Diseño del sistema de gestión de calidad para el laboratorio de bioensayos de la universidad de la Salle basado en la NTC ISO IEC 17025 con protocolos técnicos de *Daphnia magna* y peces trucha arco iris para fines de acreditación. Tesis de grado. Universidad de la Salle. Bogotá
- Peña C., Carter D., Ayala- Fierro. (2001) Toxicología Ambiental. Evaluación de Riesgos y Restauración Ambiental. The University of Arizona. EE.UU.
- Recuperado de: <http://superfund.pharmacy.arizona.edu/toxamb/>.
- Rojas T., Vargas A. (2009) Diseño de un Sistema a Nivel Piloto para la remoción de Plomo y Zinc por debajo de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) para *Daphnia pulex*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.
- Sierra M., Zárate A. (2008) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) del Plomo y Plata en los vertimientos de una industria galvánica, mediante ensayos toxicológicos sobre *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombi.

Revistas

- Escobar, P. M. (Enero- Junio, 2009) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando *Daphnia pulex* para la evaluación de muestras ambientales, Revista Épsilon N.º 12: 115-133

Cibergrafía

- Díaz, M. C., Bustos, M. C. (2004) Pruebas de toxicidad acuática: fundamentos y métodos. Recuperado de:
<http://books.google.com.co/books?id=Dc7XzDR7GJMC&printsec=frontcover&dq=daphnia+magna+libro&hl=es&sa=X&ei=oiczU6-kJ9WjsQTJ84HwDw#v=onepage&q&f=false>
- Núñez M., Hurtado J. (2005) Bioensayos de toxicidad aguda utilizando *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Daphniidae) desarrollada en medio de cultivo modificado. Recuperado de: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v12n1/v12n1a18.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1

PARAMETROS MONITOREADOS DEL AGUA RECONSTITUIDA

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 92**

| <i>PARAMETROS MONITOREADOS AGUA RECONSTITUIDA</i> | | | | |
|---|--------------|------------|------------------|------------|
| FECHA (DMA) | DUREZA | OD | TEMPERATURA (°C) | pH |
| 6/04/2013 | 175 | 6,5 | 19 | 7,3 |
| 21/04/2013 | 160 | 5,3 | 20 | 7,3 |
| 5/05/2013 | 167 | 5,5 | 22 | 7,5 |
| 26/05/2013 | 180 | 7 | 19 | 7,4 |
| 11/06/2013 | 165 | 5,5 | 19 | 7,3 |
| 25/06/2013 | 170 | 6 | 20 | 7,8 |
| 8/07/2013 | 170 | 6 | 20 | 7,4 |
| 23/07/2013 | 175 | 6,5 | 18 | 7,2 |
| 8/08/2013 | 169 | 6 | 19 | 7,1 |
| 21/08/2013 | 175 | 6,5 | 18 | 7,2 |
| 3/09/2013 | 180 | 7 | 19 | 7,5 |
| 10/09/2013 | 170 | 6 | 20 | 7,3 |
| 25/09/2013 | 165 | 5,5 | 19 | 7,7 |
| 8/10/2013 | 180 | 7 | 19 | 7,5 |
| 28/10/2013 | 170 | 6 | 20 | 7,2 |
| 10/11/2013 | 170 | 6 | 20 | 7,4 |
| <i>Promedio</i> | 171,3 | 6,1 | 19,4 | 7,4 |

ANEXO 2

CONTEO DE ALGAS VERDES

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 94**

| FECHA DE PREPARACIÓN | FECHA DE CENTRIFUGACIÓN | NUMERO DE CÉLULAS | DOSIS (ml) |
|---------------------------------|------------------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 6 /Abril /2013 | 7 /Abril/2013 | 488,88 x10 ⁶ | 0,184 |
| 20 /Abril /2013 | 27/Abril/2013 | 720,6 x10 ⁶ | 0.12 |
| 5/ Mayo/ 2013 | 13/ Mayo/2013 | 488,88 x10 ⁶ | 0,184 |
| 16 /Mayo/ 2013 | 23/ Mayo/2013 | 650,6 x10 ⁶ | 0,14 |
| 27/ Mayo/2013 | 4/ Junio/2013 | 320,4 x10 ⁶ | 0,28 |
| 16/Junio/2013 | 25/ Junio/2013 | 488,88 x10 ⁶ | 0,184 |
| 3/ Julio/2013 | 14/ Julio/ 2013 | 720,6 x10 ⁶ | 0.12 |
| 17/ Julio/2013 | 23/Julio/2013 | 606,8 x10 ⁶ | 0,15 |
| 4/Agosto/2013 | 12/ Agosto/2013 | 320,4 x10 ⁶ | 0,28 |
| 14/Septiembre/2013 | 21/septiembre/2013 | 488,88 x10 ⁶ | 0,184 |
| 3/Octubre/2013 | 10/Octubre/2013 | 680,6 x10 ⁶ | 0,13 |
| 12/Nov/2013 | 19/Nov/2013 | 720,6 x10 ⁶ | 0.12 |
| 23/Nov/ 2013 | 31/Nov/2013 | 488,88 x10 ⁶ | 0,184 |
| 6/Diciembre/2013 | 13/Diciembre/2013 | 606,8 x10 ⁶ | 0,15 |
| 21/Diciembre/2013 | 28/Diciembre/2013 | 650,6 x10 ⁶ | 0,14 |
| 3/Enero/2014 | 10/Enero/2014 | 320,4 x10 ⁶ | 0,28 |
| 12/Enero/2014 | 20/Enero/2014 | 720,6 x10 ⁶ | 0.12 |

ANEXO 3

CONTROL DE CULTIVOS DE *Daphnia magna*

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 96**

| FECHA DE SIEMBRA | FECHA DE CONTROL | SEMANA | PECERA | <i>Daphnia magna</i> Adultas | Neonatos |
|---------------------|---------------------|--------|--------------|---------------------------------|----------|
| 8/04/2013 | 14/04/2013 | 1 | 1 | 20 | 96 |
| | | | 2 | 20 | 111 |
| | | | 3 | 20 | 110 |
| | | | 4 | 20 | 121 |
| | | | Reserva | 25 | 139 |
| | | | TOTAL | | 577 |
| 14/04/2013 | 21/04/2013 | 1 | 1 | 20 | 99 |
| | | | 2 | 20 | 92 |
| | | | 3 | 20 | 100 |
| | | | 4 | 20 | 115 |
| | | | Reserva | 25 | 99 |
| | | | TOTAL | | 505 |
| 21/04/2013 | 29/04/2013 | 1 | 1 | 20 | 97 |
| | | | 2 | 20 | 97 |
| | | | 3 | 20 | 98 |
| | | | 4 | 20 | 97 |
| | | | Reserva | 25 | 148 |
| | | | TOTAL | | 537 |
| 29/04/2013 | 05/05/2013 | 1 | 1 | 20 | 116 |
| | | | 2 | 20 | 129 |
| | | | 3 | 20 | 124 |
| | | | 4 | 20 | 131 |
| | | | Reserva | 25 | 148 |
| | | | TOTAL | | 648 |
| 05/05/2013 | 12/05/2013 | 1 | 1 | 24 | 141 |
| | | | 2 | 25 | 119 |
| | | | 3 | 23 | 134 |
| | | | 4 | 25 | 139 |
| | | | Reserva | 25 | 96 |
| | | | TOTAL | | 629 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 97**

| | | | | | |
|-------------------|------------|----------|--------------|-----------|------------|
| 12/05/2013 | 20/05/2013 | 2 | 1 | 23 | 121 |
| | | | 2 | 25 | 134 |
| | | | 3 | 23 | 97 |
| | | | 4 | 22 | 78 |
| | | | Reserva | 25 | 111 |
| | | | TOTAL | | 541 |
| | | 3 | 1 | 22 | 131 |
| | | | 2 | 23 | 119 |
| | | | 3 | 25 | 100 |
| | | | 4 | 20 | 97 |
| | | | Reserva | 25 | 96 |
| | | | TOTAL | | 543 |
| | | 4 | 1 | 20 | 121 |
| | | | 2 | 20 | 97 |
| | | | 3 | 19 | 96 |
| | | | 4 | 19 | 92 |
| | | | Reserva | 25 | 85 |
| | | | TOTAL | | 491 |
| | | 1 | 1 | 21 | 69 |
| | | | 2 | 23 | 75 |
| | | | 3 | 23 | 64 |
| | | | 4 | 20 | 84 |
| | | | Reserva | 24 | 66 |
| | | | TOTAL | | 358 |
| | | 2 | 1 | 20 | 64 |
| | | | 2 | 21 | 95 |
| | | | 3 | 23 | 87 |
| | | | 4 | 22 | 89 |
| | | | Reserva | 23 | 93 |
| | | | TOTAL | | 428 |
| | | 3 | 1 | 20 | 110 |
| | | | 2 | 21 | 98 |
| | | | 3 | 23 | 96 |
| | | | 4 | 20 | 99 |
| | | | Reserva | 23 | 99 |
| | | | TOTAL | | 503 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 98**

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------|--------------|-----------|------------|
| 20/05/2013 | 03/06/2013 | 4 | 1 | 20 | 47 |
| | | | 2 | 23 | 45 |
| | | | 3 | 21 | 40 |
| | | | 4 | 20 | 101 |
| | | | Reserva | 23 | 68 |
| | | | TOTAL | | 301 |
| | | 1 | 1 | 21 | 70 |
| | | | 2 | 23 | 76 |
| | | | 3 | 23 | 65 |
| | | | 4 | 20 | 85 |
| | | | Reserva | 24 | 67 |
| | | | TOTAL | | 363 |
| | | 2 | 1 | 20 | 65 |
| | | | 2 | 21 | 96 |
| | | | 3 | 23 | 88 |
| | | | 4 | 22 | 90 |
| | | | Reserva | 23 | 94 |
| | | | TOTAL | | 433 |
| | | 3 | 1 | 20 | 111 |
| | | | 2 | 21 | 99 |
| | | | 3 | 24 | 97 |
| | | | 4 | 20 | 100 |
| | | | Reserva | 23 | 100 |
| | | | TOTAL | | 508 |
| | | 4 | 1 | 20 | 63 |
| | | | 2 | 21 | 98 |
| | | | 3 | 23 | 80 |
| | | | 4 | 22 | 98 |
| | | | Reserva | 23 | 94 |
| | | | TOTAL | | 433 |
| 10/06/2013 | 17/06/2013 | 1 | 1 | 15 | 35 |
| | | | 2 | 17 | 52 |
| | | | 3 | 13 | 38 |
| | | | 4 | 15 | 32 |
| | | | Reserva | 18 | 43 |
| | | | TOTAL | | 200 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 99**

| | | | | | |
|-------------------|-------------------|----------|--------------|-----------|-----------|
| 24/06/2013 | 01/07/2013 | 2 | 1 | 13 | 36 |
| | | | 2 | 15 | 55 |
| | | | 3 | 14 | 26 |
| | | | 4 | 18 | 56 |
| | | | Reserva | 15 | 37 |
| | | | TOTAL | | 210 |
| | | 3 | 1 | 14 | 32 |
| | | | 2 | 12 | 28 |
| | | | 3 | 15 | 39 |
| | | | 4 | 11 | 32 |
| | | | Reserva | 15 | 48 |
| | | | TOTAL | | 179 |
| | | 4 | 1 | 13 | 38 |
| | | | 2 | 11 | 29 |
| | | | 3 | 15 | 39 |
| | | | 4 | 14 | 48 |
| | | | Reserva | 18 | 56 |
| | | | TOTAL | | 210 |
| | | 1 | 1 | 21 | 91 |
| | | | 2 | 20 | 106 |
| | | | 3 | 23 | 105 |
| | | | 4 | 20 | 117 |
| | | | Reserva | 23 | 134 |
| | | | TOTAL | | 552 |
| | | 2 | 1 | 20 | 94 |
| | | | 2 | 21 | 88 |
| | | | 3 | 23 | 95 |
| | | | 4 | 20 | 110 |
| | | | Reserva | 22 | 94 |
| | | | TOTAL | | 480 |
| | | 3 | 1 | 22 | 92 |
| | | | 2 | 21 | 92 |
| | | | 3 | 20 | 93 |
| | | | 4 | 22 | 92 |
| | | | Reserva | 23 | 143 |
| | | | TOTAL | | 512 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 100**

| | | | | | | |
|-------------------|-------------------|--|----------|--------------|-----------|------------|
| | | | 4 | 1 | 19 | 111 |
| | | | | 2 | 20 | 124 |
| | | | | 3 | 21 | 119 |
| | | | | 4 | 20 | 126 |
| | | | | Reserva | 22 | 143 |
| | | | | TOTAL | | 623 |
| | | | | | | |
| | | | 1 | 1 | 24 | 136 |
| | | | | 2 | 22 | 114 |
| | | | | 3 | 23 | 129 |
| | | | | 4 | 24 | 134 |
| | | | | Reserva | 25 | 91 |
| | | | | TOTAL | | 604 |
| | | | | | | |
| | | | 2 | 1 | 23 | 116 |
| | | | | 2 | 25 | 129 |
| | | | | 3 | 24 | 92 |
| | | | | 4 | 22 | 73 |
| | | | | Reserva | 23 | 106 |
| | | | | TOTAL | | 516 |
| 15/07/2013 | 29/07/2013 | | 3 | 1 | 22 | 126 |
| | | | | 2 | 24 | 114 |
| | | | | 3 | 25 | 95 |
| | | | | 4 | 21 | 92 |
| | | | | Reserva | 24 | 91 |
| | | | | TOTAL | | 518 |
| | | | | | | |
| | | | 4 | 1 | 20 | 116 |
| | | | | 2 | 20 | 92 |
| | | | | 3 | 19 | 91 |
| | | | | 4 | 19 | 87 |
| | | | | Reserva | 25 | 80 |
| | | | | TOTAL | | 466 |
| | | | | | | |
| | | | 1 | 1 | 22 | 64 |
| | | | | 2 | 23 | 70 |
| | | | | 3 | 21 | 59 |
| | | | | 4 | 20 | 79 |
| | | | | Reserva | 24 | 61 |
| | | | | TOTAL | | 333 |
| 17/08/2013 | 31/08/2013 | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 101**

| | | | | | |
|-------------------|------------|----------|--------------|-----------|------------|
| 07/09/2013 | 21/09/2013 | 2 | 1 | 20 | 59 |
| | | | 2 | 22 | 90 |
| | | | 3 | 23 | 82 |
| | | | 4 | 21 | 84 |
| | | | Reserva | 23 | 88 |
| | | | TOTAL | | 403 |
| | | 3 | 1 | 20 | 110 |
| | | | 2 | 21 | 98 |
| | | | 3 | 23 | 96 |
| | | | 4 | 20 | 99 |
| | | | Reserva | 23 | 99 |
| | | | TOTAL | | 503 |
| | | 4 | 1 | 20 | 60 |
| | | | 2 | 22 | 96 |
| | | | 3 | 23 | 83 |
| | | | 4 | 22 | 90 |
| | | | Reserva | 23 | 94 |
| | | | TOTAL | | 423 |
| | | 1 | 1 | 22 | 91 |
| | | | 2 | 20 | 108 |
| | | | 3 | 23 | 105 |
| | | | 4 | 23 | 117 |
| | | | Reserva | 23 | 136 |
| | | | TOTAL | | 556 |
| | | 2 | 1 | 20 | 96 |
| | | | 2 | 21 | 88 |
| | | | 3 | 23 | 997 |
| | | | 4 | 20 | 110 |
| | | | Reserva | 22 | 94 |
| | | | TOTAL | | 484 |
| | | 3 | 1 | 22 | 90 |
| | | | 2 | 21 | 90 |
| | | | 3 | 20 | 93 |
| | | | 4 | 22 | 92 |
| | | | Reserva | 23 | 143 |
| | | | TOTAL | | 508 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 102**

| | | | | | |
|-------------------|---|----------|--------------|-----------|------------|
| 28/09/2013 | | 4 | 1 | 21 | 106 |
| | | | 2 | 20 | 119 |
| | | | 3 | 22 | 114 |
| | | | 4 | 20 | 121 |
| | | | Reserva | 24 | 138 |
| | | | TOTAL | | 598 |
| | 1 | 1 | 1 | 24 | 134 |
| | | | 2 | 22 | 114 |
| | | | 3 | 23 | 129 |
| | | | 4 | 24 | 132 |
| | | | Reserva | 25 | 91 |
| | | | TOTAL | | 600 |
| | 2 | 1 | 1 | 23 | 118 |
| | | | 2 | 24 | 129 |
| | | | 3 | 24 | 94 |
| | | | 4 | 21 | 73 |
| | | | Reserva | 23 | 116 |
| | | | TOTAL | | 530 |
| | 3 | 1 | 1 | 22 | 91 |
| | | | 2 | 21 | 108 |
| | | | 3 | 22 | 107 |
| | | | 4 | 23 | 117 |
| | | | Reserva | 23 | 136 |
| | | | TOTAL | | 558 |
| | 4 | 1 | 1 | 22 | 93 |
| | | | 2 | 21 | 93 |
| | | | 3 | 20 | 93 |
| | | | 4 | 22 | 95 |
| | | | Reserva | 23 | 143 |
| | | | TOTAL | | 517 |

ANEXO

3A

COEFICIENTE DE VARIACIÓN DICROMATO DE POTASIO

COEFICIENTE DE VARIACIÓN DICROMATO DE POTASIO

Es una medida de dispersión que básicamente mide la variabilidad en porcentaje de un conjunto de datos.

| Datos CL ₅₀₋₄₈ de Dicromato de Potasio | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| X₁ | X₂ | X₃ | X₄ | X₅ | X₆ | X₇ | X₈ | X₉ | X₁₀ |
| 0,5099 | 0,519 | 0,502 | 0,454 | 0,548 | 0,526 | 0,526 | 0,477 | 0,502 | 0,502 |
| X₁₁ | X₁₂ | X₁₃ | X₁₄ | X₁₅ | X₁₆ | X₁₇ | X₁₈ | X₁₉ | X₂₀ |
| 0,481 | 0,502 | 0,535 | 0,477 | 0,502 | 0,526 | 0,502 | 0,481 | 0,509 | 0,481 |

Fuente: Las Autoras

Para hallar el coeficiente de variación, primero se halló la media, se hizo un promedio con los resultados de la CL₅₀₋₄₈ de Dicromato de Potasio, que fueron arrojados por el programa PROBIT.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} + X_{15} + X_{16} + X_{17} + X_{18} + X_{19} + X_{20}}{20} = 0,499$$

Después se halló la desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Desviación Estándar de Dicromato de Potasio

| <i>x_i</i> | <i>x_i</i> - \bar{x} | $(x_i - \bar{x})^2$ |
|-----------------------------|--|---------------------------------------|
| 0,5099 | 0,011 | 0,000118 |
| 0,519 | 0,003 | 0,000009 |
| 0,502 | -0,056 | 0,003118 |
| 0,454 | 0,027 | 0,000722 |
| 0,548 | 0,049 | 0,002427 |
| 0,526 | 0,019 | 0,000352 |
| 0,526 | -0,023 | 0,000508 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 105**

| | | |
|--------------|----------|-----------------|
| 0,477 | -0,014 | 0,000208 |
| 0,502 | -0,023 | 0,000521 |
| 0,502 | 0,003 | 0,000009 |
| 0,502 | 0,003 | 0,000009 |
| 0,481 | 0,036 | 0,001272 |
| 0,502 | -0,023 | 0,000508 |
| 0,535 | 0,000 | 0,000000 |
| 0,502 | 0,019 | 0,000352 |
| 0,526 | 0,003 | 0,000009 |
| 0,502 | -0,023 | 0,000521 |
| 0,481 | -0,023 | 0,000521 |
| 0,509 | 0,000 | 0,000000 |
| 0,481 | 0,011 | 0,000118 |
| Σ | 0 | 0,011303 |

FUENTE: Las Autoras

$$S = \frac{0,011303}{20 - 1} = 0,024$$

Al final se halló el Coeficiente de Variación con el fin de comparar la variabilidad de los datos obtenidos.

$$CV = \frac{S}{\bar{x}} * 100$$

$$CV = \frac{0,024}{0,499} = 0,048 \approx 4.8\%$$

El coeficiente de variación fue menor al 10% lo que indica que la media es representativa y existe mayor homogeneidad en los valores obtenidos en las pruebas realizadas con Dicromato de Potasio.

ANEXO 4

REGISTRO DE TEST ESTÁTICO DE TOXICIDAD AGUDA

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 107

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 1 | | |
| DATOS FISCOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.5 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:01 AM FIN DE LA PRUEBA: 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:01 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 3 | 2 | 3 | | | 10/20 | 50 |
| 1.0 | 4 | 4 | 5 | 5 | 7.2 | 6.3 | 18/20 | 90 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 108

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 2 | | |
| DATOS FISCOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.5 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: : 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:05 AM FIN DE LA PRUEBA: : 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:05 AM AGUA DE DILUCION: | | | | | | | | |
| FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: : 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 1 | 3 | 3 | 3 | | | 10/20 | 50 |
| 1.0 | 5 | 4 | 3 | 5 | 7.2 | 6.3 | 17/20 | 85 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| | | | | | | | | |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 109

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 3 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.5 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: : 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:07 AM FIN DE LA PRUEBA: : 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:07 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: : 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 3 | 2 | 3 | | | 10/20 | 50 |
| 1.0 | 4 | 5 | 5 | 5 | 7.2 | 6.3 | 19/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 110

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 4 | | |
| DATOS FISIQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.5 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: : 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:09 AM FIN DE LA PRUEBA: : 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:09 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: : 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 3 | 2 | 4 | 3 | | | 12/20 | 60 |
| 1.0 | 5 | 4 | 5 | 4 | 7.2 | 6.3 | 18/20 | 90 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 111

| | | | | | | | | | | |
|--|--|-----------------------------|---|------------------------|---|--|----|----|--|--|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | VERSIÓN 0 | | | | | | | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | MUESTRA: 5 | | | | | | | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ PH: 7,3 unidades OD: 6.5 mg/L O₂ | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | | | | | | | |
| <p> INICIO DE LA PRUEBA: : 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:10 AM FIN DE LA PRUEBA: : 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:10 AM AGUA DE DILUCION: </p> <p> FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: : 8 Septiembre de 2013 </p> | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | Medidas finales | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad | | | | | | |
| | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">2</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">3</td> <td style="width: 12.5%; text-align: center;">4</td> </tr> </table> | 1 | 2 | 3 | 4 | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">pH</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">OD</td> </tr> </table> | pH | OD | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | |
| pH | OD | | | | | | | | | |
| BLANCO | 0 0 0 0 | | 0/20 | 0 | | | | | | |
| 0.1 | 0 0 0 0 | | 0/20 | 0 | | | | | | |
| 0.5 | 1 2 3 2 | | 8/20 | 40 | | | | | | |
| 1.0 | 5 5 5 4 | 7.2 6.3 | 19/20 | 95 | | | | | | |
| 1.5 | 5 5 5 5 | | 20/20 | 100 | | | | | | |
| 2.0 | 5 5 5 5 | | 20/20 | 100 | | | | | | |

Tomado de: Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando *Daphnia pulex* para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

Adaptado para: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 112

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | LB 01 | | | | | | |
|--|-------------------------|---|-----------------------------|---|-----------------|------------|----------------------------------|-----------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | VERSIÓN 0 | | | | | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | MUESTRA: 6 | | | | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.5 mg/L O₂ | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | | | |
| <p> INICIO DE LA PRUEBA: : 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:12 AM FIN DE LA PRUEBA: : 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:12 AM AGUA DE DILUCION: </p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: : 8 Septiembre de 2013</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 2 | 4 | 1 | | | 9/20 | 45 |
| 1.0 | 5 | 4 | 5 | 5 | 7.2 | 6.3 | 19/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 113

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 7 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.5 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: : 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:13AM FIN DE LA PRUEBA: : 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:13 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: : 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 2 | 3 | 2 | | | 9/20 | 45 |
| 1.0 | 4 | 5 | 5 | 5 | 7.2 | 6.3 | 19/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 114

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 8 | | |
| DATOS FISCOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.5 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: : 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:15 AM FIN DE LA PRUEBA: : 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:15 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: : 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 3 | 4 | 3 | 2 | 7.2 | 6.3 | 11/20 | 55 |
| 1.0 | 5 | 4 | 5 | 5 | | | 19/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 115

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 9 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.5 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: : 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:17 AM FIN DE LA PRUEBA: : 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:17 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: : 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | 1/20 | 5 |
| 0.5 | 4 | 2 | 2 | 2 | | | 10/20 | 50 |
| 1.0 | 4 | 5 | 5 | 5 | 7.2 | 6.3 | 19/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| | | | | | | | | |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 116

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 10 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 180 mg/L CaCO₃ PH: 7,4 unidades OD: 7 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:18 AM FIN DE LA PRUEBA: 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:18 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 3 | 2 | 3 | | | 10/20 | 50 |
| 1.0 | 4 | 5 | 5 | 5 | 7.2 | 6.3 | 19/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 117

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 11 | | |
| DATOS FISCOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 180 mg/L CaCO₃ • PH: 7,4 unidades • OD: 7 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:19 AM FIN DE LA PRUEBA: 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:19 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 3 | 3 | 1 | 4 | | | 11/20 | 55 |
| 1.0 | 5 | 4 | 5 | 4 | 7.2 | 6.3 | 18/20 | 90 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 118

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|--|--------------------|------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÓTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 12 | | |
| DATOS FISIQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 180 mg/L CaCO₃ PH: 7,4 unidades OD: 7 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:20 AM FIN DE LA PRUEBA: 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:20 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | | 10/20 | 50 |
| 1.0 | 4 | 5 | 5 | 5 | 7.2 | 6.3 | 19/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 119

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST Á DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 13 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 180 mg/L CaCO₃ • PH: 7,4 unidades • OD: 7 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:21 AM FIN DE LA PRUEBA: : 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:21 AM AGUA DE DILUCIÓN: | | | | | | | | |
| FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 3 | 3 | 1 | | | 9/20 | 45 |
| 1.0 | 5 | 3 | 5 | 4 | 7.2 | 6.3 | 18/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 120

|  PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 14 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 180 mg/L CaCO₃ • PH: 7,4 unidades • OD: 7 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: : 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:22 AM FIN DE LA PRUEBA: 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:22 AM AGUA DE DILUCIÓN: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 3 | 3 | 3 | 2 | | | 11/20 | 55 |
| 1.0 | 5 | 5 | 4 | 5 | 7.2 | 6.3 | 19/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 121

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|---|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 15 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 180 mg/L CaCO₃ • PH: 7,4 unidades • OD: 7 mg/L O₂ | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:23 AM FIN DE LA PRUEBA: 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:23 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 3 | 2 | 2 | 3 | | | 10/20 | 50 |
| 1.0 | 5 | 5 | 4 | 5 | 7.2 | 6.3 | 19/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 122

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 16 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:24 AM FIN DE LA PRUEBA: 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:24 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 2 | 2 | 3 | | | 9/20 | 45 |
| 1.0 | 5 | 5 | 4 | 5 | 7.2 | 6.3 | 19/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 123

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 17 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:25 AM</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:25 AM</p> <p>AGUA DE DILUCION:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 3 | 2 | 3 | 2 | | | 10/20 | 50 |
| 1.0 | 5 | 5 | 4 | 5 | 7.2 | 6.3 | 19/20 | 95 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 124

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 18 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:26 AM FIN DE LA PRUEBA: 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:26 AM AGUA DE DILUCION:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 3 | 3 | 2 | 3 | | | 11/20 | 55 |
| 1.0 | 4 | 5 | 4 | 5 | 7.2 | 6.3 | 18/20 | 90 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 125

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 19 | | |
| DATOS FISCOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:27 AM FIN DE LA PRUEBA: 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:27 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 3 | 2 | 3 | | | 10/20 | 50 |
| 1.0 | 5 | 4 | 5 | 4 | 7.2 | 6.2 | 18/20 | 90 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 126

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: DICROMATO DE POTASIO | | | | | | MUESTRA: 20 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 9 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:28 AM FIN DE LA PRUEBA: 11 SEPTIEMBRE-2013 HORA: 9:28 AM AGUA DE DILUCION: | | | | | | | | |
| FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 8 Septiembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 3 | 3 | 2 | 3 | | | 11/20 | 55 |
| 1.0 | 4 | 5 | 5 | 4 | 7.2 | 6.2 | 18/20 | 90 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 100 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 127**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: ZINC | | | | | | MUESTRA: 1 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7 unidades • OD: 6 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 16 OCTUBRE -2013 HORA: 9:00 AM FIN DE LA PRUEBA: 18 OCTUBRE- 2013 HORA: 9:00 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 15 Octubre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 3.0 | 4 | 2 | 4 | 0 | | | 10/20 | 50 |
| 4.0 | 4 | 5 | 4 | 5 | 7.0 | 4.0 | 18/20 | 90 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con ORGANISMOS <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 128**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: | | | | | | MUESTRA: | | |
| ZINC | | | | | | 2 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7 unidades • OD: 6 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 16 OCTUBRE -2013 HORA: 9:01 AM FIN DE LA PRUEBA: 18 OCTUBRE -2013 HORA: 9:01 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 15 Octubre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 2.0 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | 1/20 | 5 |
| 3.0 | 5 | 2 | 2 | 2 | 7.0 | 4.0 | 11/20 | 55 |
| 4.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 129**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: ZINC | | | | | | MUESTRA: 3 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7 unidades • OD: 6 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 16 OCTUBRE -2013 FIN DE LA PRUEBA: 18 OCTUBRE -2013 AGUA DE DILUCION: | | | | HORA: 9:02 AM HORA: 9:02 AM | | | | |
| FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 15 Octubre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 3.0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 7.0 | 4.0 | 9/20 | 45 |
| 4.0 | 3 | 5 | 5 | 5 | | | 18/20 | 90 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 130

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: | | | | | | MUESTRA: | | |
| ZINC | | | | | | 4 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7 unidades • OD: 6 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 16 OCTUBRE -2013 HORA: 9:03 AM FIN DE LA PRUEBA: 18 OCTUBRE -2013 HORA: 9:03 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 15 Octubre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 2.0 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | 1/20 | 5 |
| 3.0 | 3 | 3 | 3 | 4 | 7.0 | 4.0 | 10/20 | 65 |
| 4.0 | 5 | 5 | 4 | 5 | | | 19/20 | 95 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 131**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: ZINC | | | | | | MUESTRA: 5 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7 unidades • OD: 6 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 16 OCTUBRE -2013 HORA: 9:04 AM FIN DE LA PRUEBA: 18 OCTUBRE -2013 HORA: 9:04 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 15 Octubre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 3.0 | 4 | 3 | 3 | 2 | 7.0 | 4.0 | 12/20 | 60 |
| 4.0 | 5 | 5 | 5 | 3 | | | 18/20 | 90 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 132**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: ZINC | | | | | | MUESTRA: 6 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 171 mg/L CaCO₃ PH: 7.3 unidades OD: 6.2 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 16 OCTUBRE -2013 FIN DE LA PRUEBA: 18 OCTUBRE -2013 AGUA DE DILUCION: | | | | HORA: 9:05 AM HORA: 9:05 AM | | | | |
| FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 15 Octubre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 3.0 | 2 | 3 | 4 | 3 | 7.4 | 4.0 | 12/20 | 60 |
| 4.0 | 5 | 5 | 5 | 4 | | | 19/20 | 95 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 133**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: | | | | | | MUESTRA: | | |
| ZINC | | | | | | 7 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 171 mg/L CaCO₃ • PH: 7.3 unidades • OD: 6.2 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 16 OCTUBRE -2013 HORA: 9:06 AM FIN DE LA PRUEBA: 18 OCTUBRE -2013 HORA: 9:06 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 15 Octubre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 2.0 | 1 | 0 | 0 | 1 | | | 2/20 | 10 |
| 3.0 | 5 | 5 | 3 | 2 | 7.4 | 4.0 | 15/20 | 75 |
| 4.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 134**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: | | | | | | MUESTRA: | | |
| ZINC | | | | | | 8 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 171 mg/L CaCO₃ • PH: 7.3 unidades • OD: 6.2 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 16 OCTUBRE -2013 HORA: 9:07 AM FIN DE LA PRUEBA: 18 OCTUBRE -2013 HORA: 9:07 AM AGUA DE DILUCION: | | | | | | | | |
| FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 15 Octubre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 2.0 | 2 | 2 | 4 | 2 | | | 10/20 | 50 |
| 3.0 | 2 | 5 | 5 | 5 | 7.4 | 4.0 | 17/20 | 85 |
| 4.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 135**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: | | | | | | MUESTRA: | | |
| ZINC | | | | | | 9 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 171 mg/L CaCO₃ • PH: 7.3 unidades • OD: 6.2 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 16 OCTUBRE -2013 HORA: 9:08 AM FIN DE LA PRUEBA: 18 OCTUBRE -2013 HORA: 9:08 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 15 Octubre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 3.0 | 3 | 3 | 4 | 2 | 7.4 | 4.0 | 12/20 | 60 |
| 4.0 | 5 | 5 | 4 | 5 | | | 19/20 | 95 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 136**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|---|------------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: ZINC | | | | | | MUESTRA: 10 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 171 mg/L CaCO₃ • PH: 7.3 unidades • OD: 6.2 mg/L O₂ | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 16 OCTUBRE -2013 HORA: 9:09 AM FIN DE LA PRUEBA: 18 OCTUBRE -2013 HORA: 9:09 AM AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 15 Octubre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 1.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 2.0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 3.0 | 3 | 4 | 3 | 0 | 7.4 | 4.0 | 10/20 | 50 |
| 4.0 | 5 | 5 | 5 | 4 | | | 19/20 | 95 |
| 5.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| | | | | | | | | |
| <u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. <u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 137

| | | | | |
|--|---|-----------------------------|---|----------------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: HIDRÓXIDO DE AMONIO | | MUESTRA: 1 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ PH: 7,4 unidades OD: 6.5 mg/L O₂ | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | |
| <p> INICIO DE LA PRUEBA: 20 Noviembre de 2013 HORA: 1:00 pm FIN DE LA PRUEBA: 22 Noviembre de 2013 HORA: 1:00pm AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 19 NOVIEMBRE DE 2013 </p> | | | | |
| RESULTADOS | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | Medidas finales | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| 0.00025 | 0 0 0 0 | | 0/20 | 0 |
| 0.0025 | 1 1 1 0 | | 3/20 | 15 |
| 0.0125 | 2 2 3 2 | | 9/20 | 45 |
| 0.025 | 3 3 4 4 | 7.3 6.4 | 14/20 | 70 |
| 0.25 | 4 5 5 4 | | 18/20 | 90 |
| Blanco | 0 0 0 0 | | 0/20 | 0 |
| <p> Tomado de: Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. </p> <p> Adaptado para: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. </p> | | | | |


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 138**

| | | | | | | | | |
|--|---|---|---|---|----------------------------|----|---|----------------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | VERSIÓN 0 | | | | | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: HIDRÓXIDO DE AMONIO | | MUESTRA: 2 | | | | | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ PH: 7,4 unidades OD: 6.5 mg/L O₂ | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | | | | |
| <p> INICIO DE LA PRUEBA: 20 Noviembre de 2013 HORA: 1:10pm FIN DE LA PRUEBA: 22 Noviembre de 2013 HORA: 1:10pm AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 19 Noviembre de 2013 </p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.0025 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 4/20 | 20 |
| 0.0125 | 2 | 3 | 3 | 3 | | | 11/20 | 55 |
| 0.025 | 3 | 4 | 3 | 4 | | | 14/20 | 70 |
| 0.25 | 5 | 4 | 5 | 4 | | | 18/20 | 90 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p> <u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. </p> <p> <u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. </p> | | | | | | | | |


DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 139

| | | | | |
|--|---|-----------------------------|---|----------------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: HIDRÓXIDO DE AMONIO | | MUESTRA: 3 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ PH: 7,4 unidades OD: 6.5 mg/L O₂ | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | |
| <p> INICIO DE LA PRUEBA: 20 Noviembre de 2013 HORA: 1:20pm FIN DE LA PRUEBA: 22 Noviembre de 2013 HORA: 1:20 pm AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 19 de Noviembre de 2013 </p> | | | | |
| RESULTADOS | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | Medidas finales | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 2 3 4 | pH OD | | |
| 0.00025 | 0 1 0 0 | | 1/20 | 5 |
| 0.0025 | 1 1 1 1 | | 4/20 | 20 |
| 0.0125 | 2 2 2 3 | 7.3 6.4 | 9/20 | 45 |
| 0.025 | 3 4 3 3 | | 13/20 | 65 |
| 0.25 | 5 5 5 4 | | 19/20 | 95 |
| Blanco | 0 0 0 0 | | 0/20 | 0 |
| <p> <u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. </p> <p> <u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. </p> | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 140**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|--|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | MUESTRA: 4 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ • PH: 7,4 unidades • OD: 6.5 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 20 Noviembre de 2013 HORA: 1:30pm</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 22 Noviembre de 2013 HORA: 1:30 pm</p> <p>AGUA DE DILUCION:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 19 de Noviembre de 2013</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.0025 | 2 | 1 | 1 | 1 | 7.3 | 6.4 | 5/20 | 25 |
| 0.0125 | 3 | 2 | 3 | 3 | | | 11/20 | 55 |
| 0.025 | 4 | 4 | 4 | 3 | | | 15/20 | 75 |
| 0.25 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 141**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|--|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | MUESTRA: 5 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ • PH: 7,4 unidades • OD: 6.5 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 20 Noviembre de 2013 HORA: 1:40 pm</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 22 Noviembre de 2013 HORA: 1:40 pm</p> <p>AGUA DE DILUCION:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 19 de Noviembre de 2013</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.00025 | 0 | 0 | 1 | 0 | | | 1/20 | 5 |
| 0.0025 | 1 | 1 | 0 | 1 | | | 3/20 | 15 |
| 0.0125 | 2 | 2 | 3 | 2 | | | 9/20 | 45 |
| 0.025 | 3 | 3 | 3 | 4 | | | 13/20 | 65 |
| 0.25 | 5 | 5 | 5 | 4 | | | 19/20 | 95 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 142

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|-------------------------|---|---|---|-----------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | MUESTRA: 6 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 175 mg/L CaCO₃ • PH: 7,4 unidades • OD: 6.5 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 20 Noviembre de 2013 HORA: 1:50pm FIN DE LA PRUEBA: 22 Noviembre de 2013 HORA: 1:50pm AGUA DE DILUCION: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 19 de Noviembre de 2013 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.00025 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | 1/20 | 5 |
| 0.0025 | 1 | 1 | 2 | 1 | | | 5/20 | 25 |
| 0.0125 | 3 | 2 | 2 | 3 | 7.3 | 6.4 | 10/20 | 50 |
| 0.025 | 4 | 3 | 4 | 4 | | | 15/20 | 75 |
| 0.25 | 5 | 4 | 5 | 5 | | | 19/20 | 95 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. <u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 143

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|--|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | MUESTRA: 7 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 174 mg/L CaCO₃ • PH: 7,2 unidades • OD: 6.2 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 20 Noviembre de 2013 HORA: 2:00pm</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 22 Noviembre de 2013 HORA: 2:00pm</p> <p>AGUA DE DILUCION:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 19 Noviembre de 2013</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.0025 | 1 | 1 | 1 | 0 | | | 3/20 | 15 |
| 0.0125 | 3 | 2 | 2 | 2 | 7.1 | 6.2 | 9/20 | 45 |
| 0.025 | 3 | 3 | 3 | 4 | | | 13/20 | 65 |
| 0.25 | 5 | 5 | 5 | 4 | | | 19/20 | 95 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 144**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|---|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | MUESTRA: 8 | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 174 mg/L CaCO₃ • PH: 7,2 unidades • OD: 6.2 mg/L O₂ | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 20 Noviembre de 2013 HORA: 2:10pm</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 22 Noviembre de 2013 HORA: 2:10pm</p> <p>AGUA DE DILUCION:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 19 de Noviembre-2013</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.0025 | 1 | 1 | 1 | 0 | | | 3/20 | 15 |
| 0.0125 | 3 | 2 | 3 | 2 | | | 10/20 | 50 |
| 0.025 | 3 | 4 | 3 | 4 | | | 14/20 | 70 |
| 0.25 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7.1 | 6.2 | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |


DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 145

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | MUESTRA: 9 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 174 mg/L CaCO₃ • PH: 7,2 unidades • OD: 6.2 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 20 Noviembre de 2013 HORA: 2:20 pm</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 22 Noviembre de 2013 HORA: 2:20 pm</p> <p>AGUA DE DILUCION:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 19 de Noviembre-2013</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.0025 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | 4/20 | 20 |
| 0.0125 | 3 | 2 | 2 | 2 | 7.1 | 6.2 | 9/20 | 45 |
| 0.025 | 3 | 4 | 4 | 3 | | | 14/20 | 70 |
| 0.25 | 4 | 5 | 5 | 5 | | | 19/20 | 95 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 146**

|  PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | MUESTRA: 10 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 174 mg/L CaCO₃ • PH: 7,2 unidades • OD: 6.2 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 20 Noviembre de 2013 HORA: 2:30 pm</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 22 Noviembre de 2013 HORA: 2:30 pm</p> <p>AGUA DE DILUCION:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 19 de Noviembre-2013</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.0025 | 1 | 1 | 1 | 0 | | | 3/20 | 15 |
| 0.0125 | 2 | 2 | 3 | 2 | | | 9/20 | 45 |
| 0.025 | 3 | 4 | 4 | 4 | | | 15/20 | 75 |
| 0.25 | 5 | 5 | 5 | 5 | 7.1 | 6.2 | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |


DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 147

|  PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: VERTIMIENTO CRUDO CON ZINC | | | | | | MUESTRA: 1 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.1 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 14 Enero -2014 HORA: 8:00 am</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 16 Enero -2041 HORA: 8:00 am</p> <p>AGUA DE DILUCIÓN:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 12 de Enero - 2014</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 8/20 | 40 |
| 0.7 | 3 | 3 | 4 | 2 | | | 12/20 | 60 |
| 1.0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5.23 | 7.20 | 16/20 | 80 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 3.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |


DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 148

|  PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: VERTIMIENTO CRUDO CON ZINC | | | | | | MUESTRA: 2 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ PH: 7,3 unidades OD: 6.1 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 14 Enero-2014 HORA: 8:10 am</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 16 Enero -2014 HORA: 8:10 am</p> <p>AGUA DE DILUCIÓN:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 12 de Enero- 2014</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | Ph | OD | | |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 8/20 | 40 |
| 0.7 | 2 | 4 | 3 | 4 | | | 12/20 | 60 |
| 1.0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5.23 | 7.20 | 16/20 | 80 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 3.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |


DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 149

|  PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: VERTIMIENTO CRUDO CON ZINC | | | | | | MUESTRA: 3 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.1 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 14 Enero -2014 HORA: 8:15 am</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 16 Enero -2014 HORA: 8:15 am</p> <p>AGUA DE DILUCIÓN:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 12 Enero - 2014</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 8/20 | 40 |
| 0.7 | 4 | 4 | 2 | 3 | | | 12/20 | 70 |
| 1.0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5.2 | 7.20 | 16/20 | 85 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 3.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 150

|  PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: VERTIMIENTO CRUDO CON ZINC | | | | | | MUESTRA: 4 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ PH: 7,3 unidades OD: 6.1 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 14 Enero -2014 HORA: 8:17 am</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 16 Enero-2014 HORA: 8:17 am</p> <p>AGUA DE DILUCIÓN:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 12 de Enero-2014</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 8/20 | 40 |
| 0.7 | 3 | 3 | 4 | 4 | | | 14/20 | 70 |
| 1.0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5.2 | 7.20 | 16/20 | 80 |
| 1.5 | 5 | 5 | 4 | 5 | | | 19/20 | 95 |
| 3.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |


DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 151

|  PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: VERTIMIENTO CRUDO CON ZINC | | | | | | MUESTRA: 5 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.1 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 14 Enero -2014 HORA: 8:20 am</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 16 Enero -2014 HORA: 8:20 am</p> <p>AGUA DE DILUCIÓN:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 12 de Enero-2014</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 0.1 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 0.5 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | 8/20 | 40 |
| 0.7 | 3 | 4 | 3 | 3 | | | 13/20 | 65 |
| 1.0 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5.2 | 7.20 | 16/20 | 80 |
| 1.5 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| 3.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 152

|  PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|---|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: VERTIMIENTO CON ZINC TRATADO | | | | | | MUESTRA: 1 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ • PH: 7,3 unidades • OD: 6.1 mg/L O₂ | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • SEDIMENTACIÓN: _____ • FILTRACIÓN: _____ • AJUSTE DEL ph: _____ | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 14 Enero -2014 HORA: 8:20 am</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 16 Enero -2014 HORA: 8:20 am</p> <p>AGUA DE DILUCIÓN:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 12 de Enero-2014</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 10 | 3 | 2 | 3 | 2 | 5.2 | 7.20 | 10/20 | 50 |
| 15 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 153

|  PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | | | | LB 01 | | |
|--|----------------------------|---|---|---|--------------------|-----------------------|-------------------------------------|--------------------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: VERTIMIENTO CON ZINC TRATADO | | | | | | MUESTRA: 2 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ PH: 7,3 unidades OD: 6.1 mg/L O₂ | | | | <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 14 Enero -2014 HORA: 8:20 am</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 16 Enero -2014 HORA: 8:20 am</p> <p>AGUA DE DILUCIÓN:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 12 de Enero-2014</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | 1/20 | 5 |
| 10 | 3 | 2 | 3 | 4 | 5.2 | 7.20 | 12/20 | 60 |
| 15 | 4 | 5 | 5 | 5 | | | 19/20 | 95 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p>Tomado de: Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p>Adaptado para: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 154

| | | | | | | | | |
|--|---|---|-----------------------|----------|----------------------------|-------------|---|----------------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | | LB 01 | | | | | |
| | LABORATORIO DE BIOENSAYOS | VERSIÓN 0 | | | | | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: VERTIMIENTO CON ZINC TRATADO | | | MUESTRA: 3 | | | | | |
| DATOS FISICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ PH: 7,3 unidades OD: 6.1 mg/L O₂ | | <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | | | | |
| INICIO DE LA PRUEBA: 14 Enero -2014 HORA: 8:20 am FIN DE LA PRUEBA: 16 Enero -2014 HORA: 8:20 am AGUA DE DILUCIÓN: FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 12 de Enero-2014 | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 10 | 4 | 3 | 3 | 3 | 5.2 | 7.20 | 13/20 | 65 |
| 15 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 155

| | | | | | | | | |
|--|---|--|----------|----------|----------------------------|-------------|---|----------------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | VERSIÓN 0 | | | | | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: VERTIMIENTO CON ZINC TRATADO | | MUESTRA: 4 | | | | | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ PH: 7,3 unidades OD: 6.1 mg/L O₂ | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | | | | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 14 Enero -2014 HORA: 8:20 am</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 16 Enero -2014 HORA: 8:20 am</p> <p>AGUA DE DILUCIÓN:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 12 de Enero-2014</p> | | | | | | | | |
| RESULTADOS | | | | | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | Medidas finales | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | pH | OD | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | | | 1/20 | 5 |
| 10 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5.2 | 7.20 | 12/20 | 60 |
| 15 | 5 | 5 | 5 | 5 | | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 156**

| | | | | |
|--|---|---|---|----------------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | VERSIÓN 0 | | |
| REGISTRO DEL TEST DE TOXICIDAD | | | | |
| TEST ESTÁTICO DEFINITIVO CON: VERTIMIENTO CON ZINC TRATADO | | MUESTRA: 5 | | |
| DATOS FÍSICOQUÍMICOS DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> DUREZA: 170 mg/L CaCO₃ PH: 7,3 unidades OD: 6.1 mg/L O₂ | | TRATAMIENTO DE LA MUESTRA: <ul style="list-style-type: none"> SEDIMENTACIÓN: _____ FILTRACIÓN: _____ AJUSTE DEL ph: _____ | | |
| <p>INICIO DE LA PRUEBA: 14 Enero -2014 HORA: 8:20 am</p> <p>FIN DE LA PRUEBA: 16 Enero -2014 HORA: 8:20 am</p> <p>AGUA DE DILUCIÓN:</p> <p>FECHA DE PREPARACIÓN DE LA MUESTRA: 12 de Enero-2014</p> | | | | |
| RESULTADOS | | | | |
| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | Medidas finales | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
| | 1 2 3 4 | pH OD | | |
| 3 | 0 0 0 0 | | 0/20 | 0 |
| 5 | 0 0 0 0 | | 0/20 | 0 |
| 7 | 0 0 0 0 | | 0/20 | 0 |
| 10 | 2 3 3 2 | 5.2 7.20 | 10/20 | 50 |
| 15 | 5 5 5 5 | | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 0 0 0 | | 0/20 | 0 |
| <p><u>Tomado de:</u> Escobar P. M. (1997) Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando <i>Daphnia pulex</i> para la evaluación de muestras ambientales. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> <p><u>Adaptado para:</u> Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | |

ANEXO 5

RESULTADOS EN PROBIT DE LOS TEST ESTÁTICOS DE TOXICIDAD



**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**

LB 01

VERSIÓN 1.5

**RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT
DICROMATO DE POTASIO**

PRUEBA 1

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
Version 1.5

CL DIC 1

| Conc. | Number Exposed | Observed Number Resp. | Proportion Responding | Predicted Adjusted for Controls | Proportion Responding |
|--------|----------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0002 |
| 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.4850 |
| 1.0000 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | 0.9270 |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9900 |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9984 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 2.360
Chi - Square for Heterogeneity
(tabular value at 0.05 level) = 7.815

Mu = -0.293447
Sigma = 0.201891

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|
| Intercept | 6.453497 | 0.137632 | (6.183738, 6.723256) |
| Slope | 4.953176 | 0.544481 | (3.885994, 6.020359) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000


CL DIC 1

Estimated LC/EC Values and Confidence Limits


| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits Lower | Upper |
|-------------|----------------|-----------------------------|-------|
| LC/EC 1.00 | 0.173 | 0.117 | 0.222 |
| LC/EC 50.00 | 0.509 | 0.449 | 0.561 |


Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 159**

| | | | | |
|--|---|--|---------------------------------------|--------------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT DICROMATO DE POTASIO | | | | |
| <u>PRUEBA 2</u> | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | |
| Number Conc. | Observed Number Exposed | Proportion Responding Proportion Responding | Predicted Adjusted for Controls | Proportion Responding |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0006 |
| 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.4714 |
| 1.0000 | 100 | 85 | 0.8500 | 0.9017 |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9816 |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9960 |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 5.677 Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815 | | | | |
| Mu = -0.285193 Sigma = 0.220811 | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
| Intercept | 6.291571 | 0.116756 | (6.062730, | 6.520412) |
| Slope | 4.528764 | 0.463442 | (3.620417, | 5.437110) |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | |
| CL DCM 2.0 | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | |
| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits Lower Upper | | |
| LC/EC 1.00 | 0.159 | 0.108 0.207 | | |
| LC/EC 50.00 | 0.519 | 0.456 0.575 | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 160**

| | | | | | | | | |
|--|-------------------|-----------------------------|---|---------------------------------------|--------------------------|--------------------|--|--|
|  | | | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | LB 01 | | |
| | | | LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | VERSIÓN 1.5 | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT | | | | | | | | |
| DICROMATO DE POTASIO | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 3</u> | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | |
| Conc. | Number Exposed | Observed Number Resp. | Responding Proportion Responding | Predicted Adjusted for Controls | Proportion Responding | | | |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | |
| 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.4957 | | | |
| 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9577 | | | |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9969 | | | |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9997 | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | | = | 0.492 | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | | | | | = | 7.815 | | |
| Mu | | | = | -0.299158 | | | | |
| Sigma | | | = | 0.173465 | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | |
| Intercept | 6.724606 | 0.186416 | (| 6.359231, | 7.089982) | | | |
| Slope | 5.764865 | 0.713475 | (| 4.366454, | 7.163277) | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | |
| CL DCM 3 | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | |
| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits | | | | | | |
| | | Lower | | Upper | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.198 | 0.137 | | 0.250 | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.502 | 0.449 | | 0.548 | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | |

| | | |
|---|---|--------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | VERSIÓN 1.5 |

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT DICROMATO DE POTASIO

PRUEBA 4

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
Version 1.5

| Conc. | Number Exposed | Number Resp. | Observed Proportion Responding | Proportion | |
|--------|-------------------|-----------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|
| | | | | Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0018 |
| 0.5000 | 100 | 60 | 0.6000 | 0.6000 | 0.5730 |
| 1.0000 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | 0.9352 |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9891 |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9978 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 3.843
Chi - Square for Heterogeneity
(tabular value at 0.05 level) = 7.815

Mu = -0.342630
Sigma = 0.226085

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|-----------|
| Intercept | 6.515496 | 0.132639 | (6.255525, | 6.775468) |
| Slope | 4.423125 | 0.471306 | (3.499365, | 5.346884) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000

CL DCM 4

Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits | |
|-------------|-------------------|-----------------------|-------|
| | | Lower | Upper |
| LC/EC 1.00 | 0.135 | 0.088 | 0.180 |
| LC/EC 50.00 | 0.454 | 0.392 | 0.509 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 162**

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA

LB 01
VERSIÓN 1.5

LABORATORIO DE BIOENSAYOS

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT
DICROMATO DE POTASIO

PRUEBA 5

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
Version 1.5

CL DCM 5

| Number Conc. | Observed Number Exposed | Proportion Responding Resp. | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.5000 | 100 | 40 | 0.4000 | 0.3972 |
| 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9554 |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9978 |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9999 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 0.306
Chi - Square for Heterogeneity
(tabular value at 0.05 level) = 7.815

Mu = -0.261005
Sigma = 0.153532

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|
| Intercept | 6.700000 | 0.192654 | (6.322398, 7.077601) |
| Slope | 6.513288 | 0.744113 | (5.054826, 7.971750) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000


CL DCM 0.5

Estimated LC/EC Values and Confidence Limits


| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits Lower | Upper |
|-------------|-------------------|--------------------------------|-------|
| LC/EC 1.00 | 0.241 | 0.182 | 0.289 |
| LC/EC 50.00 | 0.548 | 0.503 | 0.591 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 163**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|------------|------------|--------------------------------|--|-----------|-------------------------------|----------|-------------|------------|------------|-----------|----------|-------------|------------|--------------|------------|--|-------|---------|-------|------------|----------|------------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT DICROMATO DE POTASIO <u>PRUEBA 6</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 CL DCM 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td></td><td>Observed</td><td>Proportion</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Number</td><td>Responding</td><td>Predicted</td><td></td></tr><tr><td>Number</td><td></td><td>Proportion</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td><td></td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td>0.1000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td></tr><tr><td>0.5000</td><td>100</td><td>45</td><td>0.4500</td><td>0.4500</td><td>0.4465</td></tr><tr><td>1.0000</td><td>100</td><td>95</td><td>0.9500</td><td>0.9500</td><td>0.9565</td></tr><tr><td>1.5000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9974</td></tr><tr><td>2.0000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9998</td></tr></table> | | | | | Observed | Proportion | | | | | Number | Responding | Predicted | | Number | | Proportion | Adjusted for | Proportion | | Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.5000 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4465 | 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9565 | 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9974 | 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9998 |
| | | Observed | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Number | Responding | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number | | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.5000 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4465 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9565 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9974 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9998 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Chi - Square for Heterogeneity (calculated)</td><td>=</td><td>0.389</td></tr><tr><td>Chi - Square for Heterogeneity</td><td></td><td></td></tr><tr><td>(tabular value at 0.05 level)</td><td>=</td><td>7.815</td></tr><tr><td>Mu</td><td>=</td><td>-0.279105</td></tr><tr><td>Sigma</td><td>=</td><td>0.163095</td></tr></table> | | | Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | = | 0.389 | Chi - Square for Heterogeneity | | | (tabular value at 0.05 level) | = | 7.815 | Mu | = | -0.279105 | Sigma | = | 0.163095 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | = | 0.389 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (tabular value at 0.05 level) | = | 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mu | = | -0.279105 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sigma | = | 0.163095 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="2">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>6.711300</td><td>0.189730</td><td>(6.339428,</td><td>7.083171)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>6.131390</td><td>0.729896</td><td>(4.700793,</td><td>7.561987)</td></tr></table> | | | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | Intercept | 6.711300 | 0.189730 | (6.339428, | 7.083171) | Slope | 6.131390 | 0.729896 | (4.700793, | 7.561987) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 6.711300 | 0.189730 | (6.339428, | 7.083171) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 6.131390 | 0.729896 | (4.700793, | 7.561987) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL DCM 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td>Exposure</td><td></td><td colspan="2">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td></td><td>Lower</td><td>Upper</td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.220</td><td></td><td>0.159</td><td>0.270</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>0.526</td><td></td><td>0.477</td><td>0.570</td></tr></table> | | | | Exposure | | 95% Confidence Limits | | Point | Conc. | | Lower | Upper | LC/EC 1.00 | 0.220 | | 0.159 | 0.270 | LC/EC 50.00 | 0.526 | | 0.477 | 0.570 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.220 | | 0.159 | 0.270 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.526 | | 0.477 | 0.570 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 164**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|-----------------------|------------|------------|--|--|--|--------|--------|------------|-----------|--|--|-------|---------|------------|--------------|------------|--|--|--|-------|------------|----------|------------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|-----------|----------|-----------|-----------------------|--|-----------|----------|----------|-------------|-----------|-------|----------|----------|-------------|-----------|--|----------|--|-----------------------|--|-------|-------|--|-------|-------|------------|-------|--|-------|-------|-------------|-------|--|-------|-------|
|  | <p>PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA</p> | <p>LB 01</p> <p>VERSIÓN 1.5</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>LABORATORIO DE BIOENSAYOS</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT</p> <p>DICROMATO DE POTASIO</p> <p><u>PRUEBA 7</u></p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5</p> <p>CL DCM 7</p> <table><tr><td></td><td>Observed</td><td>Proportion</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Number</td><td>Number</td><td>Responding</td><td>Predicted</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Proportion</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td>0.1000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td></tr><tr><td>0.5000</td><td>100</td><td>45</td><td>0.4500</td><td>0.4500</td><td>0.4465</td></tr><tr><td>1.0000</td><td>100</td><td>95</td><td>0.9500</td><td>0.9500</td><td>0.9565</td></tr><tr><td>1.5000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9974</td></tr><tr><td>2.0000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9998</td></tr></table> <p>Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 0.389 Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815</p> <p>Mu = -0.279105 Sigma = 0.163095</p> <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="2">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>6.711300</td><td>0.189730</td><td>(6.339428,</td><td>7.083171)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>6.131390</td><td>0.729896</td><td>(4.700793,</td><td>7.561987)</td></tr></table> <p>Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000</p> <p>CL DCM 7</p> <p>Estimated LC/EC Values and Confidence Limits</p> <table><tr><td></td><td>Exposure</td><td></td><td colspan="2">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td></td><td>Lower</td><td>Upper</td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.220</td><td></td><td>0.159</td><td>0.270</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>0.526</td><td></td><td>0.477</td><td>0.570</td></tr></table> | | | | Observed | Proportion | | | | Number | Number | Responding | Predicted | | | Conc. | Exposed | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | | Resp. | Responding | Controls | Responding | 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.5000 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4465 | 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9565 | 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9974 | 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9998 | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | Intercept | 6.711300 | 0.189730 | (6.339428, | 7.083171) | Slope | 6.131390 | 0.729896 | (4.700793, | 7.561987) | | Exposure | | 95% Confidence Limits | | Point | Conc. | | Lower | Upper | LC/EC 1.00 | 0.220 | | 0.159 | 0.270 | LC/EC 50.00 | 0.526 | | 0.477 | 0.570 |
| | Observed | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number | Number | Responding | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.5000 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4465 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9565 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9974 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9998 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 6.711300 | 0.189730 | (6.339428, | 7.083171) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 6.131390 | 0.729896 | (4.700793, | 7.561987) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.220 | | 0.159 | 0.270 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.526 | | 0.477 | 0.570 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**

LB 01

VERSIÓN 1.5**LABORATORIO DE BIOENSAYOS**

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT

PRUEBA 8

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
Version 1.5

CL DCM 8

| Conc. | Number Exposed | Observed | Proportion Responding | Predicted | Proportion |
|--------|----------------|--------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| | | Number Resp. | Proportion Responding | Adjusted for Controls | Responding |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001 |
| 0.5000 | 100 | 55 | 0.5500 | 0.5500 | 0.5443 |
| 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9592 |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9965 |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9996 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 0.631

Chi - Square for Heterogeneity
(tabular value at 0.05 level) = 7.815

$$\mu = -0.321578$$

Sigma = 0.184655

| Parameter | Estimate | Std. Err. | | 95% Confidence Limits |
|-----------|----------|-----------|---|-----------------------|
| Intercept | 6.741509 | 0.182227 | (| 6.384344, 7.098675) |
| Slope | 5.415512 | 0.689233 | (| 4.064615, 6.766409) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000


CL DCM 8

Estimated LC/EC Values and Confidence Limits


| Exposure | | 95% Confidence Limits | | |
|----------|-------|-----------------------|-------|-------|
| Point | Conc. | Lower | Upper | |
| LC/EC | 1.00 | 0.177 | 0.116 | 0.230 |
| LC/EC | 50.00 | 0.477 | 0.419 | 0.526 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 166**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|-----------------------|--------------|------------|------------|-----------|--|--|-------|--------|------------|--------------|------------|--|---------|-------|------------|----------|------------|--|--------|-----|---|--------|--------|--|--------|-----|----|--------|--------|--|--------|-----|----|--------|--------|--|--------|-----|-----|--------|--------|--|--------|-----|-----|--------|--------|-----------|----------|-----------|-----------------------|--|-----------|----------|----------|-------------|-----------|-------|----------|----------|-------------|-----------|--|----------|-----------------------|--|--|-------|-------|-------|-------|--|------------|-------|-------|-------|--|-------------|-------|-------|-------|--|
|  | <p>PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA</p> | <p>LB 01</p> <p>VERSIÓN 1.5</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>LABORATORIO DE BIOENSAYOS</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT</p> <p>DICROMATO DE POTASIO</p> <p><u>PRUEBA 9</u></p> <p>EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5</p> <p>CL DCM 9</p> <table><tr><td></td><td>Number</td><td>Observed</td><td>Proportion</td><td>Predicted</td><td></td></tr><tr><td></td><td>Conc.</td><td>Number</td><td>Responding</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td></tr><tr><td></td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td></td><td>0.1000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td></tr><tr><td></td><td>0.5000</td><td>100</td><td>50</td><td>0.5000</td><td>0.4957</td></tr><tr><td></td><td>1.0000</td><td>100</td><td>95</td><td>0.9500</td><td>0.9577</td></tr><tr><td></td><td>1.5000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>0.9969</td></tr><tr><td></td><td>2.0000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>0.9997</td></tr></table> <p>Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 0.492 Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815</p> <p>Mu = -0.299158 Sigma = 0.173465</p> <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="2">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>6.724606</td><td>0.186416</td><td>(6.359231,</td><td>7.089982)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>5.764865</td><td>0.713475</td><td>(4.366454,</td><td>7.163277)</td></tr></table> <p>Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000</p> <p>CL DCM 9</p> <p>Estimated LC/EC Values and Confidence Limits</p> <table><tr><td></td><td>Exposure</td><td colspan="3">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td>Lower</td><td colspan="2">Upper</td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.198</td><td>0.137</td><td colspan="2">0.250</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>0.502</td><td>0.449</td><td colspan="2">0.548</td></tr></table> | | | | Number | Observed | Proportion | Predicted | | | Conc. | Number | Responding | Adjusted for | Proportion | | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | | 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.4957 | | 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9577 | | 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9969 | | 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9997 | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | Intercept | 6.724606 | 0.186416 | (6.359231, | 7.089982) | Slope | 5.764865 | 0.713475 | (4.366454, | 7.163277) | | Exposure | 95% Confidence Limits | | | Point | Conc. | Lower | Upper | | LC/EC 1.00 | 0.198 | 0.137 | 0.250 | | LC/EC 50.00 | 0.502 | 0.449 | 0.548 | |
| | Number | Observed | Proportion | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Conc. | Number | Responding | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.4957 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9577 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9969 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9997 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 6.724606 | 0.186416 | (6.359231, | 7.089982) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 5.764865 | 0.713475 | (4.366454, | 7.163277) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposure | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.198 | 0.137 | 0.250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.502 | 0.449 | 0.548 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 167**

| | | | | | | | | |
|--|----------|-----------------------|---|--------------|------------|--|-----------|--|
|  | | | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT DICROMATO DE POTASIO | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 10</u> | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 CL DCM 10 | | | | | | | | |
| | | | Proportion | | | | | |
| | Number | Number | Observed | Responding | Predicted | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | |
| | | | Responding | Controls | Responding | | | |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | |
| 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.4957 | | | |
| 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9577 | | | |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9969 | | | |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9997 | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | | | = | 0.492 | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | | | | | | = | 7.815 | |
| Mu | | | | | | = | -0.299158 | |
| Sigma | | | | | | = | 0.173465 | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | |
| ----- | | | | | | | | |
| Intercept | 6.724606 | 0.186416 | (| 6.359231, | 7.089982) | | | |
| Slope | 5.764865 | 0.713475 | (| 4.366454, | 7.163277) | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | |
| CL DCM 10 Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | |
| Point | Exposure | 95% Confidence Limits | | | | | | |
| | Conc. | Lower | Upper | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.198 | 0.137 | 0.250 | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.502 | 0.449 | 0.548 | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | |

PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA

LB 01
VERSIÓN 1.5

LABORATORIO DE BIOENSAYOS

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT
DICROMATO DE POTASIO

PRUEBA 11

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
Version 1.5

CL DM 11

| | | Observed | Proportion | Predicted | |
|--------|---------|----------|------------|--------------|------------|
| | | Number | Responding | Adjusted for | Proportion |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0007 |
| 0.5000 | 100 | 55 | 0.5500 | 0.5500 | 0.5305 |
| 1.0000 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | 0.9307 |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9893 |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9980 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 2.958
Chi - Square for Heterogeneity
(tabular value at 0.05 level) = 7.815

Mu = -0.317414
Sigma = 0.214337

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|-----------|
| Intercept | 6.480911 | 0.134821 | (6.216661, | 6.745161) |
| Slope | 4.665557 | 0.511903 | (3.662228, | 5.668887) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000


CL DM 11


Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| | | Exposure | 95% Confidence Limits | |
|-------|-------|----------|-----------------------|-------|
| Point | Conc. | | Lower | Upper |
| LC/EC | 1.00 | 0.153 | 0.101 | 0.201 |
| LC/EC | 50.00 | 0.481 | 0.420 | 0.536 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 169**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|-----------------------|------------|------------|-----------------------|--|-----------|----------|----------|-------------|------------|------------|----------|----------|-------------|------------|--------------|------------|--|-------|---------|-------|------------|----------|------------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|
|  | <div>PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA</div> | <div>LB 01</div> <div>VERSIÓN 1.5</div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT DICROMATO DE POTASIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRUEBA 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL DM 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td></td><td>Observed</td><td>Proportion</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Number</td><td>Responding</td><td>Predicted</td><td></td></tr><tr><td>Number</td><td></td><td>Proportion</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td><td></td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td>0.1000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td></tr><tr><td>0.5000</td><td>100</td><td>50</td><td>0.5000</td><td>0.5000</td><td>0.4957</td></tr><tr><td>1.0000</td><td>100</td><td>95</td><td>0.9500</td><td>0.9500</td><td>0.9577</td></tr><tr><td>1.5000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9969</td></tr><tr><td>2.0000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9997</td></tr></table> | | | | | Observed | Proportion | | | | | Number | Responding | Predicted | | Number | | Proportion | Adjusted for | Proportion | | Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.4957 | 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9577 | 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9969 | 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9997 |
| | | Observed | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Number | Responding | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number | | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.4957 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9577 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9969 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9997 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div>Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 0.492</div> <div>Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815</div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <div>Mu = -0.299158</div> <div>Sigma = 0.173465</div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="2">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>6.724606</td><td>0.186416</td><td>(6.359231,</td><td>7.089982)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>5.764865</td><td>0.713475</td><td>(4.366454,</td><td>7.163277)</td></tr></table> | | | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | Intercept | 6.724606 | 0.186416 | (6.359231, | 7.089982) | Slope | 5.764865 | 0.713475 | (4.366454, | 7.163277) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 6.724606 | 0.186416 | (6.359231, | 7.089982) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 5.764865 | 0.713475 | (4.366454, | 7.163277) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL DM 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td>Exposure</td><td></td><td colspan="2">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td></td><td>Lower</td><td>Upper</td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.198</td><td></td><td>0.137</td><td>0.250</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>0.502</td><td></td><td>0.449</td><td>0.548</td></tr></table> | | | | Exposure | | 95% Confidence Limits | | Point | Conc. | | Lower | Upper | LC/EC 1.00 | 0.198 | | 0.137 | 0.250 | LC/EC 50.00 | 0.502 | | 0.449 | 0.548 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.198 | | 0.137 | 0.250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.502 | | 0.449 | 0.548 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Y SANITARIA

LB 01

VERSIÓN 1.5

LABORATORIO DE BIOENSAYOS

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT

DICROMATO DE POTASIO

PRUEBA 13

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM

USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES

Version 1.5

CL DM 13

| Number | Observed | Proportion | Predicted | |
|---------|----------|------------|--------------|------------|
| Conc. | Number | Proportion | Adjusted for | Proportion |
| Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0001 |
| 0.5000 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4378 |
| 1.0000 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9238 |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9909 |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9987 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 1.919

Chi - Square for Heterogeneity

(tabular value at 0.05 level) = 7.815

Mu = -0.271334

Sigma = 0.189615

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|-----------|
| Intercept | 6.430971 | 0.140442 | (6.155705, | 6.706236) |
| Slope | 5.273833 | 0.567503 | (4.161527, | 6.386139) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000

CL DM 13

Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| Point | Exposure | Conc. | 95% Confidence Limits | |
|-------|----------|-------|-----------------------|-------|
| | | | Lower | Upper |
| LC/EC | 1.00 | 0.194 | 0.137 | 0.244 |
| LC/EC | 50.00 | 0.535 | 0.479 | 0.586 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.



**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**

LB 01

VERSIÓN 1.5**LABORATORIO DE BIOENSAYOS**

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT

DICROMATO DE POTASIO

PRUEBA 14

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
Version 1.5

CL DM 14

| Conc. | Number Exposed | Observed | Proportion Responding | Predicted | Proportion |
|--------|----------------|--------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| | | Number Resp. | Proportion Responding | Adjusted for Controls | Responding |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0001 |
| 0.5000 | 100 | 55 | 0.5500 | 0.5500 | 0.5443 |
| 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9592 |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9965 |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9996 |

| | | |
|---|---|-------|
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | = | 0.631 |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | = | 7.815 |

```
Mu      = -0.321578
Sigma    =  0.184655
```

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|-----------|
| Intercept | 6.741509 | 0.182227 | (6.384344, | 7.098675) |
| Slope | 5.415512 | 0.689233 | (4.064615, | 6.766409) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000


CL DM 14

Estimated LC/EC Values and Confidence Limits


| Point | Exposure | Conc. | 95% Confidence Limits | |
|-------|----------|-------|-----------------------|-------|
| | | | Lower | Upper |
| LC/EC | 1.00 | 0.177 | 0.116 | 0.230 |
| LC/EC | 50.00 | 0.477 | 0.419 | 0.526 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 172**

| | | | | |
|--|---|--|-----------------------|---------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT DICROMATO DE POTASIO | | | | |
| <u>PRUEBA 15</u> | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 CL DM 15 | | | | |
| | | Proportion | | |
| | Number | Observed | Responding | Predicted |
| Conc. | Exposed | Number | Proportion | Proportion |
| | | Resp. | Responding | Responding |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.4957 |
| 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9577 |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9969 |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9997 |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 0.492 | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815 | | | | |
| Mu = -0.299158 | | | | |
| Sigma = 0.173465 | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
| Intercept | 6.724606 | 0.186416 | (| 6.359231, 7.089982) |
| Slope | 5.764865 | 0.713475 | (| 4.366454, 7.163277) |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | |
| CL DM 15 | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | |
| | Exposure | 95% Confidence Limits | | |
| Point | Conc. | Lower | Upper | |
| LC/EC 1.00 | 0.198 | 0.137 | 0.250 | |
| LC/EC 50.00 | 0.502 | 0.449 | 0.548 | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | |


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 173**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------------------|------------|------------|-----------|----------|-----------|-----------------------|--|--|-----------|----------|----------|------------|-----------|-----------|------------|----------|------------|--------------|------------|-----------|-------------|---------|-------|------------|----------|------------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT DICROMATO DE POTASIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 16</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL DM 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td></td><td></td><td>Proportion</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Observed</td><td>Responding</td><td>Predicted</td><td></td></tr><tr><td>Number</td><td>Number</td><td>Proportion</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td><td></td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td>0.1000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td></tr><tr><td>0.5000</td><td>100</td><td>45</td><td>0.4500</td><td>0.4500</td><td>0.4465</td></tr><tr><td>1.0000</td><td>100</td><td>95</td><td>0.9500</td><td>0.9500</td><td>0.9565</td></tr><tr><td>1.5000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9974</td></tr><tr><td>2.0000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9998</td></tr></table> | | | | | | | | | Proportion | | | | | Observed | Responding | Predicted | | Number | Number | Proportion | Adjusted for | Proportion | | Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 0.5000 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4465 | 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9565 | 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9974 | 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9998 |
| | | | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Observed | Responding | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number | Number | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.5000 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4465 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9565 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9974 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9998 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 0.389 Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mu = -0.279105 Sigma = 0.163095 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="3">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>6.711300</td><td>0.189730</td><td>(</td><td>6.339428,</td><td>7.083171)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>6.131390</td><td>0.729896</td><td>(</td><td>4.700793,</td><td>7.561987)</td></tr></table> | | | | | | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | Intercept | 6.711300 | 0.189730 | (| 6.339428, | 7.083171) | Slope | 6.131390 | 0.729896 | (| 4.700793, | 7.561987) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 6.711300 | 0.189730 | (| 6.339428, | 7.083171) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 6.131390 | 0.729896 | (| 4.700793, | 7.561987) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL DM 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td>Exposure</td><td></td><td colspan="3">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td></td><td>Lower</td><td>Upper</td><td></td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.220</td><td></td><td>0.159</td><td>0.270</td><td></td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>0.526</td><td></td><td>0.477</td><td>0.570</td><td></td></tr></table> | | | | | | | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | Point | Conc. | | Lower | Upper | | LC/EC 1.00 | 0.220 | | 0.159 | 0.270 | | LC/EC 50.00 | 0.526 | | 0.477 | 0.570 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.220 | | 0.159 | 0.270 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.526 | | 0.477 | 0.570 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 174**

| | | | | |
|--|---|--|-----------------------|---------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT DICROMATO DE POTASIO | | | | |
| <u>PRUEBA 17</u> | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 CL DM 17 | | | | |
| | | Proportion | | |
| | Number | Observed | Responding | Predicted |
| Conc. | Exposed | Number | Proportion | Proportion |
| | | Resp. | Responding | Responding |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 |
| 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.4957 |
| 1.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9577 |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9969 |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9997 |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 0.492 | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815 | | | | |
| Mu = -0.299158 | | | | |
| Sigma = 0.173465 | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
| Intercept | 6.724606 | 0.186416 | (| 6.359231, 7.089982) |
| Slope | 5.764865 | 0.713475 | (| 4.366454, 7.163277) |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | |
| CL DM 15 | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | |
| | Exposure | 95% Confidence Limits | | |
| Point | Conc. | Lower | Upper | |
| LC/EC 1.00 | 0.198 | 0.137 | 0.250 | |
| LC/EC 50.00 | 0.502 | 0.449 | 0.548 | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 175**

| | | | | | | | | |
|--|---------|-----------------------|---|-----------------------|-----------|--|-----------|--|
|  | | | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT DICROMATO DE POTASIO | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 18</u> | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | |
| CL DM 18 | | | | | | | | |
| Proportion | | | | | | | | |
| Number | | Observed | Responding | Predicted | | Proportion | | |
| Conc. | Exposed | Number | Proportion | Adjusted for | Controls | Responding | | |
| | | Resp. | Responding | | | | | |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | | 0.0007 | | |
| 0.5000 | 100 | 55 | 0.5500 | 0.5500 | | 0.5305 | | |
| 1.0000 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | | 0.9307 | | |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | | 0.9893 | | |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | | 0.9980 | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | | | = | 2.958 | |
| Chi - Square for Heterogeneity | | | | | | | | |
| (tabular value at 0.05 level) | | | | | | = | 7.815 | |
| Mu | | | | | | = | -0.317414 | |
| Sigma | | | | | | = | 0.214337 | |
| Parameter | | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | |
| Intercept | | 6.480911 | 0.134821 | (| 6.216661, | 6.745161) | | |
| Slope | | 4.665557 | 0.511903 | (| 3.662228, | 5.668887) | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | |
| CL DM 18 | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | |
| Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | |
| Point | Conc. | Lower | | Upper | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.153 | 0.101 | | 0.201 | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.481 | 0.420 | | 0.536 | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 176**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-----------------------|---|------------|------------|--------------------|--|------------|---|----------|-----------------------|--|------------|----------|-----------|----------|----------|---|------------|-----------|-------|------------|----------|--------------|-----------|------------|-------|-------|---------|-------|------------|----------|------------|--|--|--|--------|-----|---|--------|--------|--------|--|--|--|--------|-----|----|--------|--------|--------|--|--|--|--------|-----|----|--------|--------|--------|--|--|--|--------|-----|-----|--------|--------|--------|--|--|--|--------|-----|-----|--------|--------|--------|--|--|--|
|  | | | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | LB 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DICROMATO DE POTASIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 19</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL DM 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Observed</td><td colspan="2">Proportion</td><td colspan="2">Predicted</td><td></td></tr><tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Number</td><td colspan="2">Responding</td><td colspan="2">Adjusted for</td><td colspan="2">Proportion</td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td><td colspan="3"></td></tr><tr><td>0.1000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0002</td><td colspan="3"></td></tr><tr><td>0.5000</td><td>100</td><td>50</td><td>0.5000</td><td>0.5000</td><td>0.4850</td><td colspan="3"></td></tr><tr><td>1.0000</td><td>100</td><td>90</td><td>0.9000</td><td>0.9000</td><td>0.9270</td><td colspan="3"></td></tr><tr><td>1.5000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9900</td><td colspan="3"></td></tr><tr><td>2.0000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9984</td><td colspan="3"></td></tr></table> | | | | | | | | | | | Observed | | Proportion | | Predicted | | | | | Number | | Responding | | Adjusted for | | Proportion | | Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0002 | | | | 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.4850 | | | | 1.0000 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | 0.9270 | | | | 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9900 | | | | 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9984 | | | |
| | | Observed | | Proportion | | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Number | | Responding | | Adjusted for | | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0002 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.5000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.4850 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0000 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | 0.9270 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9984 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Chi - Square for Heterogeneity (calculated)</td><td>=</td><td>2.360</td></tr><tr><td>Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level)</td><td>=</td><td>7.815</td></tr></table> | | | | | | | | | Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | = | 2.360 | Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | = | 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | = | 2.360 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | = | 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Mu</td><td>=</td><td>-0.293447</td></tr><tr><td>Sigma</td><td>=</td><td>0.201891</td></tr></table> | | | | | | | | | Mu | = | -0.293447 | Sigma | = | 0.201891 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mu | = | -0.293447 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sigma | = | 0.201891 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="3">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>6.453497</td><td>0.137632</td><td>(</td><td>6.183738,</td><td>6.723256)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>4.953176</td><td>0.544481</td><td>(</td><td>3.885994,</td><td>6.020359)</td></tr></table> | | | | | | | | | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | Intercept | 6.453497 | 0.137632 | (| 6.183738, | 6.723256) | Slope | 4.953176 | 0.544481 | (| 3.885994, | 6.020359) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 6.453497 | 0.137632 | (| 6.183738, | 6.723256) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 4.953176 | 0.544481 | (| 3.885994, | 6.020359) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL DM 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td colspan="2">Exposure</td><td colspan="3">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td>Lower</td><td colspan="2">Upper</td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.173</td><td>0.117</td><td colspan="2">0.222</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>0.509</td><td>0.449</td><td colspan="2">0.561</td></tr></table> | | | | | | | | | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | Point | Conc. | Lower | Upper | | LC/EC 1.00 | 0.173 | 0.117 | 0.222 | | LC/EC 50.00 | 0.509 | 0.449 | 0.561 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.173 | 0.117 | 0.222 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.509 | 0.449 | 0.561 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**

LB 01

VERSIÓN 1.5**LABORATORIO DE BIOENSAYOS**

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT

PRUEBA 20

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
Version 1.5

CL DCM 20

| Conc. | Number Exposed | Observed | Proportion Responding | Predicted | Proportion |
|--------|----------------|--------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| | | Number Resp. | Proportion Responding | Adjusted for Controls | Responding |
| 0.1000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0007 |
| 0.5000 | 100 | 55 | 0.5500 | 0.5500 | 0.5305 |
| 1.0000 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | 0.9307 |
| 1.5000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9893 |
| 2.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9980 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 2.958

Chi - Square for Heterogeneity
(tabular value at 0.05 level) = 7.815

$$\mu = -0.317414$$

Sigma = 0.214337

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|-----------|
| Intercept | 6.480911 | 0.134821 | (6.216661, | 6.745161) |
| Slope | 4.665557 | 0.511903 | (3.662228, | 5.668887) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000


CL DM 18

Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| | Exposure | | 95% Confidence Limits | |
|-------|----------|-------|-----------------------|-------|
| Point | | Conc. | Lower | Upper |
| LC/EC | 1.00 | 0.153 | 0.101 | 0.201 |
| LC/EC | 50.00 | 0.481 | 0.420 | 0.536 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 178**



PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Y SANITARIA

LB 01

VERSIÓN 1.5

LABORATORIO DE BIOENSAYOS

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT

ZINC

PRUEBA 1

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM

USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES

Version 1.5

zinc_1

| Conc. | Number Exposed | Number Resp. | Observed Proportion Responding | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding |
|--------|----------------|--------------|--------------------------------|---|---------------------------------|
| 1.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0099 |
| 3.0000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.4546 |
| 4.0000 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | 0.9278 |
| 5.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9963 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated)

Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level)

Mu

Sigma

=

=

0.486177

0.079397

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
|-----------|-----------|-----------|-----------------------|------------|
| Intercept | -1.123337 | 0.599499 | (-2.298354, | 0.051681) |
| Slope | 12.594880 | 1.167078 | (10.307406, | 14.882354) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000

zinc_1


Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits | |
|-------------|----------------|-----------------------|-------|
| | | Lower | Upper |
| LC/EC 1.00 | 2.002 | 1.790 | 2.168 |
| LC/EC 50.00 | 3.063 | 2.947 | 3.174 |


Fuente:

Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 179**

| <div></div> <div>PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA</div> | | | | LB 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|-----------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|-----------|----------------|-----------------------|--------------------------------|---|---------------------------------|-----------|----------|--------------|-----------|--------|-----------|-------------|--------------|------------|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | VERSIÓN 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ZINC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRUEBA 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| zinc2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><th>Conc.</th><th>Number Exposed</th><th>Number Resp.</th><th>Observed Proportion Responding</th><th>Proportion Responding Adjusted for Controls</th><th>Predicted Proportion Responding</th></tr><tr><td>1.0000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td></tr><tr><td>2.0000</td><td>100</td><td>5</td><td>0.0500</td><td>0.0500</td><td>0.0281</td></tr><tr><td>3.0000</td><td>100</td><td>55</td><td>0.5500</td><td>0.5500</td><td>0.6254</td></tr><tr><td>4.0000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9714</td></tr><tr><td>5.0000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9991</td></tr></table> | | | | | | Conc. | Number Exposed | Number Resp. | Observed Proportion Responding | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding | 1.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 2.0000 | 100 | 5 | 0.0500 | 0.0500 | 0.0281 | 3.0000 | 100 | 55 | 0.5500 | 0.5500 | 0.6254 | 4.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9714 | 5.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9991 |
| Conc. | Number Exposed | Number Resp. | Observed Proportion Responding | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0000 | 100 | 5 | 0.0500 | 0.0500 | 0.0281 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0000 | 100 | 55 | 0.5500 | 0.5500 | 0.6254 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9714 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9991 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 7.214 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mu = 0.451861 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sigma = 0.079007 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><th>Parameter</th><th>Estimate</th><th>Std. Err.</th><th colspan="2">95% Confidence Limits</th></tr><tr><td>Intercept</td><td>-0.719255</td><td>0.550746</td><td>(-1.798717,</td><td>0.360206)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>12.657105</td><td>1.147298</td><td>(10.408401,</td><td>14.905809)</td></tr></table> | | | | | | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | Intercept | -0.719255 | 0.550746 | (-1.798717, | 0.360206) | Slope | 12.657105 | 1.147298 | (10.408401, | 14.905809) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | -0.719255 | 0.550746 | (-1.798717, | 0.360206) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 12.657105 | 1.147298 | (10.408401, | 14.905809) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| zinc2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><th>Point</th><th>Exposure Conc.</th><th colspan="2">95% Confidence Limits</th></tr><tr><td></td><td></td><th>Lower</th><th>Upper</th></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>1.854</td><td>1.662</td><td>2.005</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>2.830</td><td>2.720</td><td>2.937</td></tr></table> | | | | | | Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits | | | | Lower | Upper | LC/EC 1.00 | 1.854 | 1.662 | 2.005 | LC/EC 50.00 | 2.830 | 2.720 | 2.937 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 1.854 | 1.662 | 2.005 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 2.830 | 2.720 | 2.937 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 180**

| | | | | | | | | |
|--|---------|-----------|---|-----------------------|--|--|--|------------|
|  | | | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT ZINC | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 3</u> | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | |
| zinc3 | | | | | | | | |
| | | Observed | | Proportion | | Predicted | | |
| Number | | Number | | Responding | | Adjusted for | | Proportion |
| Conc. | Exposed | Resp. | | Responding | | Controls | | Responding |
| 1.0000 | 100 | 0 | | 0.0000 | | 0.0000 | | 0.0000 |
| 2.0000 | 100 | 0 | | 0.0000 | | 0.0000 | | 0.0062 |
| 3.0000 | 100 | 45 | | 0.4500 | | 0.4500 | | 0.4180 |
| 4.0000 | 100 | 90 | | 0.9000 | | 0.9000 | | 0.9220 |
| 5.0000 | 100 | 100 | | 1.0000 | | 1.0000 | | 0.9963 |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | | | = | | 2.091 |
| Chi - Square for Heterogeneity | | | | | | | | |
| (tabular value at 0.05 level) | | | | | | = | | 7.815 |
| | | Mu | | = | | 0.493023 | | |
| | | Sigma | | = | | 0.076860 | | |
| Parameter | | Estimate | | Std. Err. | | 95% Confidence Limits | | |
| Intercept | | -1.414574 | | 0.641335 | | (-2.671589, -0.157558) | | |
| Slope | | 13.010696 | | 1.236419 | | (10.587315, 15.434078) | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | |
| zinc3 | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | |
| | | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | |
| Point | | Conc. | | Lower | | Upper | | |
| LC/EC 1.00 | | 2.062 | | 1.845 | | 2.230 | | |
| LC/EC 50.00 | | 3.112 | | 2.996 | | 3.222 | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 181**



PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Y SANITARIA

LB 01

VERSIÓN1.5

LABORATORIO DE BIOENSAYOS

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT

ZINC

PRUEBA 4

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM

USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES

Version 1.5

zinc4

| Number Conc. | Observed Number Exposed | Proportion Responding Resp. | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2.0000 | 100 | 5 | 0.0500 | 0.0529 |
| 3.0000 | 100 | 65 | 0.6500 | 0.6372 |
| 4.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9597 |
| 5.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9977 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated)

Chi - Square for Heterogeneity

(tabular value at 0.05 level)

=

0.565

=

7.815

Mu

=

0.445721

Sigma

=

0.089469

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits |
|-----------|-----------|-----------|------------------------|
| Intercept | 0.018170 | 0.450513 | (-0.864835, 0.901174) |
| Slope | 11.177019 | 0.943634 | (9.327497, 13.026541) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000


zinc4

Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits Lower | Upper |
|-------------|-------------------|--------------------------------|-------|
| LC/EC 1.00 | 1.728 | 1.544 | 1.878 |
| LC/EC 50.00 | 2.791 | 2.676 | 2.903 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 182**



PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Y SANITARIA

LB 01

VERSIÓN 1.5

LABORATORIO DE BIOENSAYOS

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT

ZINC

PRUEBA 5

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM

USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES

Version 1.5

zinc5

| Number Conc. | Exposed | Observed Number Resp. | Proportion Responding Proportion Responding | Predicted Adjusted for Controls | Proportion Responding |
|-----------------|---------|-----------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------|
| 1.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0195 |
| 3.0000 | 100 | 60 | 0.6000 | 0.6000 | 0.5222 |
| 4.0000 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | 0.9405 |
| 5.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9968 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated)

Chi - Square for Heterogeneity

(tabular value at 0.05 level)

= 7.672

= 7.815

Mu

Sigma

= 0.472503

= 0.083111

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
|-----------|-----------|-----------|-----------------------|------------|
| Intercept | -0.685212 | 0.537469 | (-1.738650, | 0.368227) |
| Slope | 12.032122 | 1.070296 | (9.934341, | 14.129902) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000

zinc5


Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits | |
|-------------|-------------------|-----------------------|-------|
| | | Lower | Upper |
| LC/EC 1.00 | 1.902 | 1.700 | 2.062 |
| LC/EC 50.00 | 2.968 | 2.852 | 3.080 |
| LC/EC 85.00 | 3.619 | 3.473 | 3.808 |


Fuente:

Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 183**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------|-----------|-----------------------|--------------|---|---|----------|-----------|--------------------------------|---|----------|-------------------------------|-----------|----------|------------|------------|------------|------------|-----------|----------|------------|--------------|------------|-------------|-------|--|------------|----------|------------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|
| <div></div> <div>PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA</div> | | | | | <div>LB 01</div> <div>VERSIÓN 1.5</div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ZINC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRUEBA 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| zinc6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td></td><td>Observed</td><td>Proportion</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>Number</td><td>Number</td><td>Responding</td><td>Predicted</td><td></td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Proportion</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td>1.0000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td></tr><tr><td>2.0000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0108</td></tr><tr><td>3.0000</td><td>100</td><td>60</td><td>0.6000</td><td>0.6000</td><td>0.5555</td></tr><tr><td>4.0000</td><td>100</td><td>95</td><td>0.9500</td><td>0.9500</td><td>0.9692</td></tr><tr><td>5.0000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9993</td></tr></table> | | | | | | | | Observed | Proportion | | | | Number | Number | Responding | Predicted | | Conc. | Exposed | Resp. | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | | Responding | Controls | Responding | 1.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | 2.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0108 | 3.0000 | 100 | 60 | 0.6000 | 0.6000 | 0.5555 | 4.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9692 | 5.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9993 |
| | | Observed | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Number | Number | Responding | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0108 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0000 | 100 | 60 | 0.6000 | 0.6000 | 0.5555 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9692 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9993 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Chi - Square for Heterogeneity (calculated)</td><td>=</td><td>3.189</td></tr><tr><td>Chi - Square for Heterogeneity</td><td></td><td></td></tr><tr><td>(tabular value at 0.05 level)</td><td>=</td><td>7.815</td></tr></table> | | | | | | Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | = | 3.189 | Chi - Square for Heterogeneity | | | (tabular value at 0.05 level) | = | 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | = | 3.189 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (tabular value at 0.05 level) | = | 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Mu</td><td>=</td><td>0.467033</td></tr><tr><td>Sigma</td><td>=</td><td>0.072250</td></tr></table> | | | | | | Mu | = | 0.467033 | Sigma | = | 0.072250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mu | = | 0.467033 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sigma | = | 0.072250 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="3">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>-1.464097</td><td>0.683798</td><td>(</td><td>-2.804341,</td><td>-0.123853)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>13.840778</td><td>1.386999</td><td>(</td><td>11.122260,</td><td>16.559296)</td></tr></table> | | | | | | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | Intercept | -1.464097 | 0.683798 | (| -2.804341, | -0.123853) | Slope | 13.840778 | 1.386999 | (| 11.122260, | 16.559296) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | -1.464097 | 0.683798 | (| -2.804341, | -0.123853) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 13.840778 | 1.386999 | (| 11.122260, | 16.559296) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| zinc6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td>Exposure</td><td></td><td colspan="3">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td></td><td>Lower</td><td colspan="2">Upper</td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>1.990</td><td></td><td>1.778</td><td colspan="2">2.152</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>2.931</td><td></td><td>2.820</td><td colspan="2">3.035</td></tr></table> | | | | | | | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | Point | Conc. | | Lower | Upper | | LC/EC 1.00 | 1.990 | | 1.778 | 2.152 | | LC/EC 50.00 | 2.931 | | 2.820 | 3.035 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 1.990 | | 1.778 | 2.152 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 2.931 | | 2.820 | 3.035 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 184**

| | | | | | |
|---|---|---|--------------------------------|---|---------------------------------|
|  | <div>PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA</div> | <div>LB 01</div> <div>VERSIÓN 1.5</div> | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT | | | | | |
| ZINC | | | | | |
| PRUEBA 7 | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | |
| zinc7 | | | | | |
| Conc. | Number Exposed | Number Resp. | Observed Proportion Responding | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding |
| 1.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2.0000 | 100 | 10 | 0.1000 | 0.1000 | 0.0887 |
| 3.0000 | 100 | 75 | 0.7500 | 0.7500 | 0.7809 |
| 4.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9888 |
| 5.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9997 |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | = | 1.880 |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | | | | = | 7.815 |
| Mu | | | | = | 0.412853 |
| Sigma | | | | = | 0.082902 |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | |
| Intercept | 0.019991 | 0.461440 | (| -0.884431, | 0.924413) |
| Slope | 12.062412 | 1.052172 | (| 10.000156, | 14.124668) |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | |
| zinc7 | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | |
| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits | | | |
| | | | Lower | Upper | |
| LC/EC 1.00 | 1.660 | | 1.491 | 1.795 | |
| LC/EC 50.00 | 2.587 | | 2.483 | 2.691 | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 185**



PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Y SANITARIA

LB 01

VERSIÓN 1.5

LABORATORIO DE BIOENSAYOS

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT

ZINC

PRUEBA 8

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM

USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES

Version 1.5

zinc8

| Number Conc. | Observed Number Exposed | Proportion Responding Resp. | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0063 |
| 2.0000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.4526 |
| 3.0000 | 100 | 85 | 0.8500 | 0.8982 |
| 4.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9880 |
| 5.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9987 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated)

=

5.417

Chi - Square for Heterogeneity

(tabular value at 0.05 level)

=

7.815

Mu

=

0.316121

Sigma

=

0.126636

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|-----------|
| Intercept | 2.503694 | 0.278646 | (1.957548, | 3.049839) |
| Slope | 7.896668 | 0.711514 | (6.502101, | 9.291236) |

Theoretical Spontaneous Response Rate

=

0.0000

zinc8


Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits | |
|-------------|-------------------|-----------------------|-------|
| | | Lower | Upper |
| LC/EC 1.00 | 1.051 | 0.877 | 1.197 |
| LC/EC 50.00 | 2.071 | 1.945 | 2.188 |

Fuente:

Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 186**



PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Y SANITARIA

LB 01

VERSIÓN 1.5

LABORATORIO DE BIOENSAYOS

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT

ZINC

PRUEBA 9

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM

USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES

Version 1.5

ZINC9

| Conc. | Number Exposed | Number Resp. | Observed Proportion Responding | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding |
|--------|----------------|--------------|--------------------------------|---|---------------------------------|
| 1.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0000 |
| 2.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0108 |
| 3.0000 | 100 | 60 | 0.6000 | 0.6000 | 0.5555 |
| 4.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9692 |
| 5.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9993 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated)

=

3.189

Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level)

=

7.815

Mu

=

0.467033

Sigma

=

0.072250

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
|-----------|-----------|-----------|-----------------------|------------|
| Intercept | -1.464097 | 0.683798 | (-2.804341, | -0.123853) |
| Slope | 13.840778 | 1.386999 | (11.122260, | 16.559296) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000

ZINC9


Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits | |
|-------------|----------------|-----------------------|-------|
| | | Lower | Upper |
| LC/EC 1.00 | 1.990 | 1.778 | 2.152 |
| LC/EC 50.00 | 2.931 | 2.820 | 3.035 |

Fuente:

Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 187**



PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Y SANITARIA

LB 01

VERSIÓN 1.5

LABORATORIO DE BIOENSAYOS

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT

ZINC

PRUEBA 10

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM

USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES

Version 1.5

ZINC10

| Conc. | Number Exposed | Number Resp. | Observed Proportion Responding | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding |
|--------|----------------|--------------|--------------------------------|---|---------------------------------|
| 1.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0013 |
| 2.0000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.4903 |
| 3.0000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9574 |
| 4.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9985 |
| 5.0000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated)

=

0.462

Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level)

=

7.815

Mu

=

0.303490

Sigma

=

0.100892

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|------------|
| Intercept | 1.991944 | 0.407343 | (1.193553, | 2.790335) |
| Slope | 9.911544 | 1.145923 | (7.665534, | 12.157553) |

Theoretical Spontaneous Response Rate

=

0.0000

ZINC10


Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits | |
|-------------|----------------|-----------------------|-------|
| | | Lower | Upper |
| LC/EC 1.00 | 1.172 | 0.966 | 1.327 |
| LC/EC 50.00 | 2.011 | 1.895 | 2.114 |


Fuente:

Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 188**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------------------|------------|------------|-----------------------|--|-----------|----------|----------|-------------|-----------|------------|----------|----------|-------------|------------|--------------|------------|--|-------|---------|-------|------------|----------|------------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 1</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL HID 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td></td><td></td><td>Proportion</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>Observed</td><td>Responding</td><td>Predicted</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Number</td><td>Number</td><td>Proportion</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td><td></td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td>0.0003</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0117</td></tr><tr><td>0.0025</td><td>100</td><td>15</td><td>0.1500</td><td>0.1500</td><td>0.1599</td></tr><tr><td>0.0125</td><td>100</td><td>45</td><td>0.4500</td><td>0.4500</td><td>0.4583</td></tr><tr><td>0.0250</td><td>100</td><td>70</td><td>0.7000</td><td>0.7000</td><td>0.6097</td></tr><tr><td>0.2500</td><td>100</td><td>90</td><td>0.9000</td><td>0.9000</td><td>0.9396</td></tr></table> | | | | | | Proportion | | | | Observed | Responding | Predicted | | | Number | Number | Proportion | Adjusted for | Proportion | | Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | 0.0003 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0117 | 0.0025 | 100 | 15 | 0.1500 | 0.1500 | 0.1599 | 0.0125 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4583 | 0.0250 | 100 | 70 | 0.7000 | 0.7000 | 0.6097 | 0.2500 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | 0.9396 |
| | | | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Observed | Responding | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number | Number | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0003 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0117 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0025 | 100 | 15 | 0.1500 | 0.1500 | 0.1599 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0125 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4583 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0250 | 100 | 70 | 0.7000 | 0.7000 | 0.6097 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.2500 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | 0.9396 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 7.478 Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mu = -1.820780 Sigma = 0.785409 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="2">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>7.318257</td><td>0.206199</td><td>(6.914108,</td><td>7.722406)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>1.273222</td><td>0.103757</td><td>(1.069858,</td><td>1.476585)</td></tr></table> | | | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | Intercept | 7.318257 | 0.206199 | (6.914108, | 7.722406) | Slope | 1.273222 | 0.103757 | (1.069858, | 1.476585) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 7.318257 | 0.206199 | (6.914108, | 7.722406) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 1.273222 | 0.103757 | (1.069858, | 1.476585) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL HID 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td>Exposure</td><td></td><td colspan="2">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td></td><td>Lower</td><td>Upper</td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.000</td><td></td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>0.015</td><td></td><td>0.012</td><td>0.020</td></tr></table> | | | | Exposure | | 95% Confidence Limits | | Point | Conc. | | Lower | Upper | LC/EC 1.00 | 0.000 | | 0.000 | 0.000 | LC/EC 50.00 | 0.015 | | 0.012 | 0.020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.000 | | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.015 | | 0.012 | 0.020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 189**

| | | | | | | |
|--|----------|-----------|-----------------------|---|------------|--------------------|
|  | | | | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | LB 01 |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 1.5 |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT | | | | | | |
| HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | |
| <u>PRUEBA 2</u> | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | |
| CL HID 2 | | | | | | |
| | | Observed | Proportion | | | |
| | | Number | Responding | Predicted | | |
| Number | | Number | Proportion | Adjusted for | Proportion | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | |
| 0.0003 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0213 | |
| 0.0025 | 100 | 20 | 0.2000 | 0.2000 | 0.2050 | |
| 0.0125 | 100 | 55 | 0.5500 | 0.5500 | 0.5070 | |
| 0.0250 | 100 | 70 | 0.7000 | 0.7000 | 0.6480 | |
| 0.2500 | 100 | 90 | 0.9000 | 0.9000 | 0.9434 | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | | | = 7.637 |
| Chi - Square for Heterogeneity | | | | | | |
| (tabular value at 0.05 level) | | | | | | = 7.815 |
| Mu | | | | | | = -1.917634 |
| Sigma | | | | | | = 0.830719 |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | |
| Intercept | 7.308403 | 0.199385 | (| 6.917607, | 7.699198) | |
| Slope | 1.203776 | 0.096821 | (| 1.014007, | 1.393545) | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | |
| CL HID 2 | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | |
| | | Exposure | 95% Confidence Limits | | | |
| Point | | Conc. | | Lower | Upper | |
| LC/EC | 1.00 | 0.000 | | 0.000 | 0.000 | |
| LC/EC | 50.00 | 0.012 | | 0.009 | 0.016 | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | |


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 190**

| | | | | | | | | |
|---|--|--|---|--|--|--------------------|--|--|
|  | | | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | LB 01 | | |
| | | | LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | VERSIÓN 1.5 | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT | | | | | | | | |
| HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 3</u> | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | |
| CL HID 3 | | | | | | | | |
| Proportion Responding | | | | | | | | |
| Predicted | | | | | | | | |
| Proportion | | | | | | | | |
| Responding | | | | | | | | |
| Conc. Exposed Number Resp. Proportion Responding Adjusted for Controls Proportion Responding | | | | | | | | |
| 0.0003 100 5 0.0500 0.0500 0.0287 | | | | | | | | |
| 0.0025 100 20 0.2000 0.2000 0.2185 | | | | | | | | |
| 0.0125 100 45 0.4500 0.4500 0.5032 | | | | | | | | |
| 0.0250 100 65 0.6500 0.6500 0.6354 | | | | | | | | |
| 0.2500 100 95 0.9500 0.9500 0.9292 | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 3.718 | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity | | | | | | | | |
| (tabular value at 0.05 level) = 7.815 | | | | | | | | |
| Mu = -1.910174 | | | | | | | | |
| Sigma = 0.890129 | | | | | | | | |
| Parameter Estimate Std. Err. 95% Confidence Limits | | | | | | | | |
| Intercept 7.145951 0.187915 (6.777637, 7.514264) | | | | | | | | |
| Slope 1.123432 0.090575 (0.945906, 1.300959) | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | |
| CL HID 3 | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | |
| Exposure 95% Confidence Limits | | | | | | | | |
| Point Conc. Lower Upper | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 0.000 0.000 0.000 | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 0.012 0.009 0.016 | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | |


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 191**


| | | | | | | | | |
|--|---------|-----------------------|---|-----------------------|------------|--------------------|--|--|
|  | | | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | LB 01 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 1.5 | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT | | | | | | | | |
| HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 4</u> | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | |
| CL HID 4 | | | | | | | | |
| Proportion | | | | | | | | |
| Number | | Observed | Responding | Predicted | Proportion | | | |
| Conc. | Exposed | Number | Proportion | Adjusted for | Responding | | | |
| | | Resp. | Responding | Controls | | | | |
| 0.0003 | 100 | 5 | 0.0500 | 0.0500 | 0.0267 | | | |
| 0.0025 | 100 | 25 | 0.2500 | 0.2500 | 0.2637 | | | |
| 0.0125 | 100 | 55 | 0.5500 | 0.5500 | 0.6089 | | | |
| 0.0250 | 100 | 75 | 0.7500 | 0.7500 | 0.7478 | | | |
| 0.2500 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9754 | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | | = | 6.163 | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | | | | | = | 7.815 | | |
| Mu | | | | | = | -2.115820 | | |
| Sigma | | | | | = | 0.769428 | | |
| Parameter | | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | |
| Intercept | | 7.749861 | 0.223607 | (| 7.311592, | 8.188130) | | |
| Slope | | 1.299667 | 0.103519 | (| 1.096769, | 1.502564) | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | |
| CL HID 4 | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | |
| Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | |
| Point | Conc. | Lower | | Upper | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.000 | 0.000 | | 0.000 | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.008 | 0.006 | | 0.010 | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 192**


| | | | | | | | | |
|--|---------|-----------------------|---|-----------------------|------------|--------------------|--|--|
|  | | | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | LB 01 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 1.5 | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT | | | | | | | | |
| HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 5</u> | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | |
| CL HID 5 | | | | | | | | |
| Proportion | | | | | | | | |
| Number | | Observed | Responding | Predicted | Proportion | | | |
| Conc. | Exposed | Number | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | |
| | | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | |
| 0.0003 | 100 | 5 | 0.0500 | 0.0500 | 0.0217 | | | |
| 0.0025 | 100 | 15 | 0.1500 | 0.1500 | 0.1978 | | | |
| 0.0125 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4878 | | | |
| 0.0250 | 100 | 65 | 0.6500 | 0.6500 | 0.6263 | | | |
| 0.2500 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9324 | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | | = | 6.544 | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | | | | | = | 7.815 | | |
| Mu | | | | | = | -1.877029 | | |
| Sigma | | | | | = | 0.853641 | | |
| Parameter | | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | |
| Intercept | | 7.198851 | 0.193345 | (| 6.819893, | 7.577808) | | |
| Slope | | 1.171453 | 0.094587 | (| 0.986062, | 1.356843) | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | |
| CL HID 5 | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | |
| Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | |
| Point | Conc. | Lower | | Upper | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.000 | 0.000 | | 0.000 | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.013 | 0.010 | | 0.017 | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 193**


|  | <p>PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA</p> | <p>LB 01</p> <p>VERSIÓN 1.5</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|--|---------------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|--------|-----|---|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|-----------|----------|-----------|-----------------------|-----------|----------|----------|-----------------------|-------|----------|----------|-----------------------|-------|-------------------|--------------------------------|-------|------------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|
| <p>LABORATORIO DE BIOENSAYOS</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT</p> <p>HIDRÓXIDO DE AMONIO</p> <p><u>PRUEBA 6</u></p> <p>EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5</p> <p>CL HID 6</p> <table><tr><th>Number Conc.</th><th>Observed Number Exposed</th><th>Proportion Responding Resp.</th><th>Proportion Responding Adjusted for Controls</th><th>Predicted Proportion Responding</th></tr><tr><td>0.0003</td><td>100</td><td>5</td><td>0.0500</td><td>0.0382</td></tr><tr><td>0.0025</td><td>100</td><td>25</td><td>0.2500</td><td>0.2628</td></tr><tr><td>0.0125</td><td>100</td><td>50</td><td>0.5000</td><td>0.5635</td></tr><tr><td>0.0250</td><td>100</td><td>75</td><td>0.7500</td><td>0.6923</td></tr><tr><td>0.2500</td><td>100</td><td>95</td><td>0.9500</td><td>0.9494</td></tr></table> <p>Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 3.671 Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815</p> <p>Mu = -2.043745 Sigma = 0.879409</p> <table><tr><th>Parameter</th><th>Estimate</th><th>Std. Err.</th><th>95% Confidence Limits</th></tr><tr><td>Intercept</td><td>7.323997</td><td>0.194368</td><td>(6.943035, 7.704959)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>1.137127</td><td>0.090585</td><td>(0.959581, 1.314673)</td></tr></table> <p>Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000</p> <p>CL HID 6</p> <p>Estimated LC/EC Values and Confidence Limits</p> <table><tr><th>Point</th><th>Exposure Conc.</th><th>95% Confidence Limits Lower</th><th>Upper</th></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.000</td><td>0.000</td><td>0.000</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>0.009</td><td>0.007</td><td>0.012</td></tr></table> | | | Number Conc. | Observed Number Exposed | Proportion Responding Resp. | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding | 0.0003 | 100 | 5 | 0.0500 | 0.0382 | 0.0025 | 100 | 25 | 0.2500 | 0.2628 | 0.0125 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5635 | 0.0250 | 100 | 75 | 0.7500 | 0.6923 | 0.2500 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9494 | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | Intercept | 7.323997 | 0.194368 | (6.943035, 7.704959) | Slope | 1.137127 | 0.090585 | (0.959581, 1.314673) | Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits Lower | Upper | LC/EC 1.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | LC/EC 50.00 | 0.009 | 0.007 | 0.012 |
| Number Conc. | Observed Number Exposed | Proportion Responding Resp. | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0003 | 100 | 5 | 0.0500 | 0.0382 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0025 | 100 | 25 | 0.2500 | 0.2628 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0125 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5635 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0250 | 100 | 75 | 0.7500 | 0.6923 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.2500 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9494 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 7.323997 | 0.194368 | (6.943035, 7.704959) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 1.137127 | 0.090585 | (0.959581, 1.314673) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.009 | 0.007 | 0.012 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i>. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|-----------------------|-----------------------|------------|-------------|--|-----------|----------|-----------------------|-----------------------|--|--|-------|-----------|----------|------------|-----------|-----------|------------|-------|------------|--------------|------------|---|-------------|-----------|-------|------------|----------|------------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|
| <div></div> <div>PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA</div> | | | | | LB 01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | VERSIÓN 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRUEBA 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL HID 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td></td><td>Observed</td><td>Proportion</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Number</td><td>Responding</td><td>Predicted</td><td></td></tr><tr><td>Number</td><td></td><td>Proportion</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td><td></td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td>0.0003</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0062</td></tr><tr><td>0.0025</td><td>100</td><td>15</td><td>0.1500</td><td>0.1500</td><td>0.1389</td></tr><tr><td>0.0125</td><td>100</td><td>45</td><td>0.4500</td><td>0.4500</td><td>0.4610</td></tr><tr><td>0.0250</td><td>100</td><td>65</td><td>0.6500</td><td>0.6500</td><td>0.6283</td></tr><tr><td>0.2500</td><td>100</td><td>95</td><td>0.9500</td><td>0.9500</td><td>0.9591</td></tr></table> | | | | | | | | | Observed | Proportion | | | | | Number | Responding | Predicted | | Number | | Proportion | Adjusted for | Proportion | | Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | 0.0003 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0062 | 0.0025 | 100 | 15 | 0.1500 | 0.1500 | 0.1389 | 0.0125 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4610 | 0.0250 | 100 | 65 | 0.6500 | 0.6500 | 0.6283 | 0.2500 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9591 |
| | | Observed | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Number | Responding | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number | | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0003 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0062 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0025 | 100 | 15 | 0.1500 | 0.1500 | 0.1389 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0125 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4610 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0250 | 100 | 65 | 0.6500 | 0.6500 | 0.6283 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.2500 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9591 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 1.192 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mu = -1.833820 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sigma = 0.707938 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="4">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>7.590367</td><td>0.230224</td><td>(</td><td>7.139129,</td><td colspan="2">8.041606)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>1.412553</td><td>0.117028</td><td>(</td><td>1.183178,</td><td colspan="2">1.641928)</td></tr></table> | | | | | | | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | Intercept | 7.590367 | 0.230224 | (| 7.139129, | 8.041606) | | Slope | 1.412553 | 0.117028 | (| 1.183178, | 1.641928) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 7.590367 | 0.230224 | (| 7.139129, | 8.041606) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 1.412553 | 0.117028 | (| 1.183178, | 1.641928) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL HID 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td>Exposure</td><td colspan="4">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td colspan="2">Lower</td><td colspan="2">Upper</td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.000</td><td colspan="2">0.000</td><td colspan="2">0.001</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>0.015</td><td colspan="2">0.012</td><td colspan="2">0.019</td></tr></table> | | | | | | | | Exposure | 95% Confidence Limits | | | | Point | Conc. | Lower | | Upper | | LC/EC 1.00 | 0.000 | 0.000 | | 0.001 | | LC/EC 50.00 | 0.015 | 0.012 | | 0.019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposure | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | Lower | | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.000 | 0.000 | | 0.001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.015 | 0.012 | | 0.019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |


**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 195**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|-----------------------|------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------|----------|----------|-------------|------------|------------|----------|----------|-------------|------------|--------------|------------|-------|-------|---------|-------|------------|----------|------------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|
|  | <div>PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA</div> | <div>LB 01</div> <div>VERSIÓN 1.5</div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRUEBA 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL HID 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td></td><td>Observed</td><td>Proportion</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>Number</td><td>Responding</td><td>Predicted</td><td></td></tr><tr><td>Number</td><td></td><td>Proportion</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td><td></td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td>0.0003</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0019</td></tr><tr><td>0.0025</td><td>100</td><td>15</td><td>0.1500</td><td>0.1500</td><td>0.1234</td></tr><tr><td>0.0125</td><td>100</td><td>50</td><td>0.5000</td><td>0.5000</td><td>0.5235</td></tr><tr><td>0.0250</td><td>100</td><td>70</td><td>0.7000</td><td>0.7000</td><td>0.7202</td></tr><tr><td>0.2500</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9900</td></tr></table> | | | | | Observed | Proportion | | | | | Number | Responding | Predicted | | Number | | Proportion | Adjusted for | Proportion | | Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | 0.0003 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0019 | 0.0025 | 100 | 15 | 0.1500 | 0.1500 | 0.1234 | 0.0125 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5235 | 0.0250 | 100 | 70 | 0.7000 | 0.7000 | 0.7202 | 0.2500 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9900 |
| | | Observed | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Number | Responding | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number | | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0003 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0019 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0025 | 100 | 15 | 0.1500 | 0.1500 | 0.1234 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0125 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.5235 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.0250 | 100 | 70 | 0.7000 | 0.7000 | 0.7202 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.2500 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9900 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 2.280 Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mu = -1.936996 Sigma = 0.574149 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="2">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>8.373681</td><td>0.308911</td><td>(7.768216,</td><td>8.979146)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>1.741708</td><td>0.155282</td><td>(1.437355,</td><td>2.046061)</td></tr></table> | | | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | Intercept | 8.373681 | 0.308911 | (7.768216, | 8.979146) | Slope | 1.741708 | 0.155282 | (1.437355, | 2.046061) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 8.373681 | 0.308911 | (7.768216, | 8.979146) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 1.741708 | 0.155282 | (1.437355, | 2.046061) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL HID 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td>Exposure</td><td colspan="3">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td colspan="2">Lower</td><td>Upper</td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.001</td><td>0.000</td><td colspan="2">0.001</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>0.012</td><td>0.009</td><td colspan="2">0.014</td></tr></table> | | | | Exposure | 95% Confidence Limits | | | Point | Conc. | Lower | | Upper | LC/EC 1.00 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | | LC/EC 50.00 | 0.012 | 0.009 | 0.014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposure | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | Lower | | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.012 | 0.009 | 0.014 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 196**


| | | | | | | | | |
|--|---------|-----------------------|---|-----------------------|------------|--------------------|--|--|
|  | | | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | | | LB 01 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | VERSIÓN 1.5 | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT | | | | | | | | |
| HIDRÓXIDO DE AMONIO | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 9</u> | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | |
| CL HID 0 | | | | | | | | |
| Proportion | | | | | | | | |
| Number | | Observed | Responding | Predicted | Proportion | | | |
| Conc. | Exposed | Number | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | |
| | | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | |
| 0.0003 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0104 | | | |
| 0.0025 | 100 | 20 | 0.2000 | 0.2000 | 0.1696 | | | |
| 0.0125 | 100 | 45 | 0.4500 | 0.4500 | 0.4970 | | | |
| 0.0250 | 100 | 70 | 0.7000 | 0.7000 | 0.6557 | | | |
| 0.2500 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9500 | 0.9606 | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | | = | 3.752 | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | | | | | = | 7.815 | | |
| Mu | | | | | = | -1.897586 | | |
| Sigma | | | | | = | 0.737193 | | |
| Parameter | | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | |
| Intercept | | 7.574069 | 0.223499 | (| 7.136011, | 8.012128) | | |
| Slope | | 1.356497 | 0.110897 | (| 1.139138, | 1.573856) | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | |
| CL HID 0 | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | |
| Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | |
| Point | Conc. | Lower | | | Upper | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.000 | 0.000 | | | 0.000 | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.013 | 0.010 | | | 0.016 | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 197**


| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|------------|--------------|------------|---|--|--|--|------------|--|--|--|----------|------------|-----------|--|--|--------|--------|------------|--------------|------------|--|-------|---------|-------|------------|----------|------------|-----|-----|-----|--------|--------|--------|-----|-----|-----|--------|--------|--------|-----|-----|-----|--------|--------|--------|-----|-----|-----|--------|--------|--------|-----|-----|-----|--------|--------|--------|-----|-----|-----|--------|--------|--------|---|--|--|--|--|---------|---|--|--|--|--|---------|----|--|--|---|-----------|--|-------|--|--|---|----------|--|
| <div></div> <div>PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA</div> | | | | | <div>LB 01</div> <div>VERSIÓN 1.5</div> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT VERTIMIENTO CON ZINC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PRUEBA 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL VERT ZINC 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td></td><td></td><td>Proportion</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>Observed</td><td>Responding</td><td>Predicted</td><td></td><td></td></tr><tr><td>Number</td><td>Number</td><td>Proportion</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td><td></td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td>0.1</td><td>100</td><td>100</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0013</td></tr><tr><td>0.5</td><td>100</td><td>100</td><td>0.4000</td><td>0.4000</td><td>0.1151</td></tr><tr><td>0.7</td><td>100</td><td>100</td><td>0.6000</td><td>0.6000</td><td>0.5254</td></tr><tr><td>1.0</td><td>100</td><td>100</td><td>0.8000</td><td>0.8000</td><td>0.7862</td></tr><tr><td>1.5</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>0.9900</td><td>0.8554</td></tr><tr><td>3.0</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>0.9900</td><td>0.8554</td></tr><tr><td colspan="5">Chi - Square for Heterogeneity (calculated)</td><td>= 4.634</td></tr><tr><td colspan="5">Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level)</td><td>= 7.815</td></tr><tr><td colspan="3">Mu</td><td>=</td><td colspan="2">-1.938272</td></tr><tr><td colspan="3">Sigma</td><td>=</td><td colspan="2">0.553140</td></tr></table> | | | | | | | | | Proportion | | | | Observed | Responding | Predicted | | | Number | Number | Proportion | Adjusted for | Proportion | | Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | 0.1 | 100 | 100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0013 | 0.5 | 100 | 100 | 0.4000 | 0.4000 | 0.1151 | 0.7 | 100 | 100 | 0.6000 | 0.6000 | 0.5254 | 1.0 | 100 | 100 | 0.8000 | 0.8000 | 0.7862 | 1.5 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9900 | 0.8554 | 3.0 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9900 | 0.8554 | Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | | = 4.634 | Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | | | | | = 7.815 | Mu | | | = | -1.938272 | | Sigma | | | = | 0.553140 | |
| | | | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Observed | Responding | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number | Number | Proportion | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.1 | 100 | 100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0013 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.5 | 100 | 100 | 0.4000 | 0.4000 | 0.1151 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0.7 | 100 | 100 | 0.6000 | 0.6000 | 0.5254 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.0 | 100 | 100 | 0.8000 | 0.8000 | 0.7862 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1.5 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9900 | 0.8554 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9900 | 0.8554 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | | = 4.634 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | | | | | = 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mu | | | = | -1.938272 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sigma | | | = | 0.553140 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CL VERT ZINC 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Exposure 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 0.5930 | 0.4670 | 0.6909 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 198**

| | | |
|--|---|--|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 VERSIÓN 1.5 |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT VERTIMIENTO CON ZINC | | |
| <u>PRUEBA 2</u> | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 CL VERT ZINC 2 | | |
| Number Conc. Exposed | Observed Number Resp. | Proportion Responding Proportion Responding Adjusted for Controls Proportion Responding |
| 0.1 | 100 | 100 |
| 0.5 | 100 | 100 |
| 0.7 | 100 | 100 |
| 1.0 | 100 | 100 |
| 1.5 | 100 | 100 |
| 3.0 | 100 | 100 |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 4.634 Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815 Mu = -1.938272 Sigma = 0.553140 | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. |
| Intercept | 8.504124 | 0.325112 |
| Slope | 1.807859 | 0.163818 |
| 95% Confidence Limits (7.866905, 9.141343) (1.486776, 2.128943) | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 CL VERT ZINC 2 | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | |
| Point | Exposure | 95% Confidence Limits |
| LC/EC 1.00 | Conc. | Lower Upper |
| LC/EC 50.00 | 0.001 | 0.000 0.001 |
| | 0.5930 | 0.4670 0.6909 |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 199**

| | | | | |
|--|---|---|---------------------------------------|--------------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | VERSIÓN 1.5 | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT VERTIMIENTO CON ZINC | | | | |
| <u>PRUEBA 3</u> | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | |
| CL VERT ZINC 3 | | | | |
| Number Conc. | Observed Number Exposed | Proportion Responding Proportion Resp. | Predicted Adjusted for Controls | Proportion Responding |
| 0.1 | 100 | 100 | 0.0000 | 0.0013 |
| 0.5 | 100 | 100 | 0.4000 | 0.1151 |
| 0.7 | 100 | 100 | 0.6000 | 0.5254 |
| 1.0 | 100 | 100 | 0.8000 | 0.7862 |
| 1.5 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.8554 |
| 3.0 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.8554 |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | | | | = 4.634 |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | | | | = 7.815 |
| Mu | | | | = -1.938272 |
| Sigma | | | | = 0.553140 |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
| Intercept | 8.504124 | 0.325112 | (7.866905, | 9.141343) |
| Slope | 1.807859 | 0.163818 | (1.486776, | 2.128943) |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | |
| CL VERT ZINC 3 | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | |
| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits Lower Upper | | |
| LC/EC 1.00 | 0.001 | 0.000 | 0.001 | |
| LC/EC 50.00 | 0.5930 | 0.4670 | 0.6909 | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | |

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 200



**PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
Y SANITARIA**

LB 01

VERSIÓN 1.5**LABORATORIO DE BIOENSAYOS**

RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT

PRUEBA 4

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
Version 1.5

CL VERT ZINC 4

| | | | Proportion | | |
|--------|---------|------------|--------------|------------|------------|
| | | Observed | Responding | Predicted | |
| Number | Number | Proportion | Adjusted for | Proportion | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding |
| 0.1 | 100 | 100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0013 |
| 0.5 | 100 | 100 | 0.4000 | 0.4000 | 0.1151 |
| 0.7 | 100 | 100 | 0.6000 | 0.6000 | 0.5254 |
| 1.0 | 100 | 100 | 0.8000 | 0.8000 | 0.7862 |
| 1.5 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9900 | 0.8554 |
| 3.0 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9900 | 0.8554 |

| | | |
|---|---|-------|
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | = | 4.634 |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | = | 7.815 |

```
Mu      = -1.938272
Sigma   =  0.553140
```

| Parameter | Estimate | Std. Err. | | 95% Confidence Limits |
|-----------|----------|-----------|---|-----------------------|
| Intercept | 8.504124 | 0.325112 | (| 7.866905, 9.141343) |
| Slope | 1.807859 | 0.163818 | (| 1.486776, 2.128943) |


Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000

CL VERT ZINC 4
Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| Exposure | | 95% Confidence Limits | |
|-------------|--------|-----------------------|--------|
| Point | Conc. | Lower | Upper |
| LC/EC 1.00 | 0.001 | 0.000 | 0.001 |
| LC/EC 50.00 | 0.5493 | 0.4272 | 0.6653 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 201**

| | |
|--|---|
|  <p>PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA</p> | <p>LB 01</p> <p>VERSIÓN 0</p> |
| <p>LABORATORIO DE BIOENSAYOS</p> | |

**RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADISTICO PROBIT
VERTIMIENTO CON ZINC**

PRUEBA 5

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
Version 1.5

CL VERT ZINC 5

| Conc. | Number Exposed | Observed Number Resp. | Proportion Responding | Predicted Proportion Adjusted for Controls | Proportion Responding |
|-------|----------------|-----------------------|-----------------------|--|-----------------------|
| 0.1 | 100 | 100 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0013 |
| 0.5 | 100 | 100 | 0.4000 | 0.4000 | 0.1151 |
| 0.7 | 100 | 100 | 0.6000 | 0.6000 | 0.5254 |
| 1.0 | 100 | 100 | 0.8000 | 0.8000 | 0.7862 |
| 1.5 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9900 | 0.8554 |
| 3.0 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9900 | 0.8554 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 4.634
Chi - Square for Heterogeneity
(tabular value at 0.05 level) = 7.815

Mu = -1.938272
Sigma = 0.553140

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|-----------|
| Intercept | 8.504124 | 0.325112 | (7.866905, | 9.141343) |
| Slope | 1.807859 | 0.163818 | (1.486776, | 2.128943) |


Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000

CL VERT ZINC 5
Estimated LC/EC Values and Confidence Limits


| Exposure Point | Conc. | 95% Confidence Limits | |
|----------------|--------|-----------------------|--------|
| | | Lower | Upper |
| LC/EC 1.00 | 0.001 | 0.000 | 0.001 |
| LC/EC 50.00 | 0.5790 | 0.4544 | 0.7064 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 202**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|-----------------------|--------------|------------|-----------|----------|-----------|-----------------------|-----------|--|-----------|----------|----------|------------|--------------|------------|------------|----------|----------|------------|-----------|------------|-------------|---------|---|--------|---------|--------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADÍSTICO PROBIT VERTIMIENTO CON ZINC TRATADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 1</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td></td><td>Observed</td><td>Proportion</td><td>Predicted</td><td></td></tr><tr><td>Number</td><td>Number</td><td>Number</td><td>Responding</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td>3.0000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0006</td></tr><tr><td>5.0000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.4714</td></tr><tr><td>7.0000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.5000</td><td>0.5000</td><td>0.9017</td></tr><tr><td>10.000</td><td>100</td><td>50</td><td>0.5000</td><td>0.5000</td><td>0.9816</td></tr><tr><td>20.000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>1.0000</td><td>0.9960</td></tr></table> | | | | | | | | Observed | Proportion | Predicted | | Number | Number | Number | Responding | Adjusted for | Proportion | Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | 3.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0006 | 5.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.4714 | 7.0000 | 100 | 0 | 0.5000 | 0.5000 | 0.9017 | 10.000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.9816 | 20.000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9960 |
| | | Observed | Proportion | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number | Number | Number | Responding | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0006 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.4714 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.0000 | 100 | 0 | 0.5000 | 0.5000 | 0.9017 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 | 0.9816 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20.000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9960 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 5.677 Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.815 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mu = -0.285193 Sigma = 0.220811 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="3">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>6.291571</td><td>0.116756</td><td>(</td><td>6.062730,</td><td>6.520412)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>4.528764</td><td>0.463442</td><td>(</td><td>3.620417,</td><td>5.437110)</td></tr></table> | | | | | | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | Intercept | 6.291571 | 0.116756 | (| 6.062730, | 6.520412) | Slope | 4.528764 | 0.463442 | (| 3.620417, | 5.437110) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 6.291571 | 0.116756 | (| 6.062730, | 6.520412) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 4.528764 | 0.463442 | (| 3.620417, | 5.437110) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VT 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td>Exposure</td><td></td><td colspan="3">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td></td><td>Lower</td><td colspan="2">Upper</td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.159</td><td></td><td>0.108</td><td colspan="2">0.207</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>10.0264</td><td></td><td>9.2833</td><td colspan="2">10.8867</td></tr></table> | | | | | | | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | Point | Conc. | | Lower | Upper | | LC/EC 1.00 | 0.159 | | 0.108 | 0.207 | | LC/EC 50.00 | 10.0264 | | 9.2833 | 10.8867 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposure | | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.159 | | 0.108 | 0.207 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 10.0264 | | 9.2833 | 10.8867 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 203**

| | |
|--|---|
|  <p>PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA</p> | <p>LB 01</p> <p>VERSIÓN 1.5</p> |
| <p>LABORATORIO DE BIOENSAYOS</p> | |

**RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADÍSTICO PROBIT
VERTIMIENTO CON ZINC TRATADO**

PRUEBA 2

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
Version 1.5

| Number Conc. | Observed Number Exposed | Proportion Responding Resp. | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| 3.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 |
| 5.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.4714 |
| 7.0000 | 100 | 5 | 0.0500 | 0.9017 |
| 10.000 | 100 | 60 | 0.6000 | 0.9816 |
| 20.000 | 100 | 95 | 0.9500 | 0.9960 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 5.75
Chi - Square for Heterogeneity
(tabular value at 0.05 level) = 6.815

Mu = -0.285193
Sigma = 0.220811

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|
| Intercept | 6.291571 | 0.116756 | (6.062730, 6.520412) |
| Slope | 4.528764 | 0.463442 | (3.620417, 5.437110) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000


VT 2

Estimated LC/EC Values and Confidence Limits

| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits Lower | Upper |
|-------------|-------------------|--------------------------------|---------|
| LC/EC 1.00 | 0.159 | 0.108 | 0.207 |
| LC/EC 50.00 | 9.8248 | 9.1078 | 10.6652 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia..

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 204**

| | |
|--|---|
|  <p>PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA</p> | <p>LB 01</p> <p>VERSIÓN 1.5</p> |
| <p>LABORATORIO DE BIOENSAYOS</p> | |

**RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADÍSTICO PROBIT
VERTIMIENTO CON ZINC TRATADO**

PRUEBA 3

EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM
USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES
Version 1.5

| Number Conc. | Observed Number Exposed | Proportion Responding Resp. | Proportion Responding Adjusted for Controls | Predicted Proportion Responding |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|--|---------------------------------------|
| 3.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 |
| 5.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 |
| 7.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 |
| 10.000 | 100 | 50 | 0.5000 | 0.5000 |
| 20.000 | 100 | 100 | 1.0000 | 1.0000 |

Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 5.465
Chi - Square for Heterogeneity
(tabular value at 0.05 level) = 7.933

Mu = -0.285193
Sigma = 0.220811

| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits |
|-----------|----------|-----------|-----------------------|
| Intercept | 6.291571 | 0.116756 | (6.062730, 6.520412) |
| Slope | 4.528764 | 0.463442 | (3.620417, 5.437110) |

Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000


VT 3

Estimated LC/EC Values and Confidence Limits


| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits Lower | Upper |
|-------------|-------------------|--------------------------------|---------|
| LC/EC 1.00 | 0.159 | 0.108 | 0.207 |
| LC/EC 50.00 | 9.8248 | 9.1078 | 10.6652 |

Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos *Daphnia magna*. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 205**

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|---|--------------|-----------------------|---|-----------|-----------|----------|----------|-------------|------------|--------------|------------|----------|-------------|-----------|-------------|----------|------------|---------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|---|--------|--------|--------|--------|-----|----|--------|--------|--------|--------|-----|-----|--------|--------|--------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADÍSTICO PROBIT VERTIMIENTO CON ZINC TRATADO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <u>PRUEBA 4</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td></td><td>Observed</td><td>Proportion</td><td>Predicted</td><td></td></tr><tr><td>Number</td><td>Number</td><td>Number</td><td>Responding</td><td>Adjusted for</td><td>Proportion</td></tr><tr><td>Conc.</td><td>Exposed</td><td>Resp.</td><td>Responding</td><td>Controls</td><td>Responding</td></tr><tr><td>3.0000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.0006</td></tr><tr><td>5.0000</td><td>100</td><td>0</td><td>0.0000</td><td>0.0000</td><td>0.4714</td></tr><tr><td>7.0000</td><td>100</td><td>5</td><td>0.0500</td><td>0.0500</td><td>0.9017</td></tr><tr><td>10.000</td><td>100</td><td>60</td><td>0.6000</td><td>0.6000</td><td>0.9816</td></tr><tr><td>20.000</td><td>100</td><td>100</td><td>1.0000</td><td>0.9900</td><td>0.9960</td></tr></table> | | | | | Observed | Proportion | Predicted | | Number | Number | Number | Responding | Adjusted for | Proportion | Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | 3.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0006 | 5.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.4714 | 7.0000 | 100 | 5 | 0.0500 | 0.0500 | 0.9017 | 10.000 | 100 | 60 | 0.6000 | 0.6000 | 0.9816 | 20.000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9900 | 0.9960 |
| | | Observed | Proportion | Predicted | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Number | Number | Number | Responding | Adjusted for | Proportion | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Conc. | Exposed | Resp. | Responding | Controls | Responding | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.0006 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0000 | 0.4714 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7.0000 | 100 | 5 | 0.0500 | 0.0500 | 0.9017 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10.000 | 100 | 60 | 0.6000 | 0.6000 | 0.9816 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20.000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9900 | 0.9960 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Chi - Square for Heterogeneity (calculated)</td><td>=</td><td>6.77</td></tr><tr><td>Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level)</td><td>=</td><td>7.834</td></tr></table> | | | Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | = | 6.77 | Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | = | 7.834 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) | = | 6.77 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) | = | 7.834 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Mu</td><td>=</td><td>-0.285193</td></tr><tr><td>Sigma</td><td>=</td><td>0.220811</td></tr></table> | | | Mu | = | -0.285193 | Sigma | = | 0.220811 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mu | = | -0.285193 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sigma | = | 0.220811 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Parameter</td><td>Estimate</td><td>Std. Err.</td><td colspan="2">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Intercept</td><td>6.291571</td><td>0.116756</td><td>(6.062730,</td><td>6.520412)</td></tr><tr><td>Slope</td><td>4.528764</td><td>0.463442</td><td>(3.620417,</td><td>5.437110)</td></tr></table> | | | Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | Intercept | 6.291571 | 0.116756 | (6.062730, | 6.520412) | Slope | 4.528764 | 0.463442 | (3.620417, | 5.437110) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intercept | 6.291571 | 0.116756 | (6.062730, | 6.520412) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Slope | 4.528764 | 0.463442 | (3.620417, | 5.437110) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| VT 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td></td><td>Exposure</td><td colspan="3">95% Confidence Limits</td></tr><tr><td>Point</td><td>Conc.</td><td>Lower</td><td colspan="2">Upper</td></tr><tr><td>LC/EC 1.00</td><td>0.159</td><td>0.108</td><td colspan="2">0.207</td></tr><tr><td>LC/EC 50.00</td><td>10.2366</td><td>9.4678</td><td colspan="2">11.1037</td></tr></table> | | | | Exposure | 95% Confidence Limits | | | Point | Conc. | Lower | Upper | | LC/EC 1.00 | 0.159 | 0.108 | 0.207 | | LC/EC 50.00 | 10.2366 | 9.4678 | 11.1037 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Exposure | 95% Confidence Limits | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Point | Conc. | Lower | Upper | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 1.00 | 0.159 | 0.108 | 0.207 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LC/EC 50.00 | 10.2366 | 9.4678 | 11.1037 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 206**

| | | | | |
|--|---|--|---------------------------------------|--------------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 01 VERSIÓN 1.5 | | |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | | | |
| RESULTADOS DEL PROGRAMA ESTADÍSTICO PROBIT VERTIMIENTO CON ZINC TRATADO | | | | |
| <u>PRUEBA 5</u> | | | | |
| EPA PROBIT ANALYSIS PROGRAM USED FOR CALCULATING LC/EC VALUES Version 1.5 | | | | |
| Number Conc. | Observed Number Exposed | Proportion Responding Proportion Responding | Predicted Adjusted for Controls | Proportion Responding |
| 3.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.0006 |
| 5.0000 | 100 | 0 | 0.0000 | 0.4714 |
| 7.0000 | 100 | 5 | 0.0500 | 0.9017 |
| 10.000 | 100 | 60 | 0.6000 | 0.9816 |
| 20.000 | 100 | 100 | 1.0000 | 0.9960 |
| Chi - Square for Heterogeneity (calculated) = 6.77 | | | | |
| Chi - Square for Heterogeneity (tabular value at 0.05 level) = 7.834 | | | | |
| Mu = -0.285193 | | | | |
| Sigma = 0.220811 | | | | |
| Parameter | Estimate | Std. Err. | 95% Confidence Limits | |
| Intercept | 6.291571 | 0.116756 | (6.062730, | 6.520412) |
| Slope | 4.528764 | 0.463442 | (3.620417, | 5.437110) |
| Theoretical Spontaneous Response Rate = 0.0000 | | | | |
| VT 4 | | | | |
| Estimated LC/EC Values and Confidence Limits | | | | |
| Point | Exposure Conc. | 95% Confidence Limits Lower Upper | | |
| LC/EC 1.00 | 0.159 | 0.108 0.207 | | |
| LC/EC 50.00 | 10.2366 | 9.4678 11.1037 | | |
| Fuente: Méndez D., Ospina L. (2014) Determinación de la concentración letal media (CL ₅₀₋₄₈) de Hidróxido de Amonio y Zinc con organismos <i>Daphnia magna</i> . Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. | | | | |

ANEXO 6

RESULTADOS EN ANOVA DE LOS TEST ESTÁTICOS DE TOXICIDAD AGUDA

1. TEST ESTÁTICO DE TOXICIDAD CON DICROMATO DE POTASIO

1.1 TEST PRELIMINAR

16 DE AGOSTO DE 2013

| CONCENTRACION NOMINAL (PPM) | NUMERO DE ORGANISMOS MUERTOS | | | | % DE MORTALIDAD OBTENIDO |
|--------------------------------|---------------------------------|----|----|----|-----------------------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | |
| 10 | 5 | 5 | 5 | 5 | 100 |
| 1 | 1 | 0 | 3 | 3 | 35 |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,001 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| BLANCO | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

1.2. TEST ESTÁTICO DEFINITIVO

1 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | 2,5 |
| 1,0 | 4 | 4 | 5 | 5 | 18 | 4,5 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 68 | 17 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 209**

Análisis De La Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 113,333333 | 5 | 22,6666667 | 204 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2 | 18 | 0,1111 | | |
| Total | 115,333333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$204 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

2 PRUEBRA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 1 | 3 | 3 | 3 | 10 | 2,5 |
| 1,0 | 5 | 4 | 3 | 5 | 17 | 4,25 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 67 | 16,75 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis De La Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 110.208333 | 5 | 22.0416667 | 69 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 5.75 | 18 | 0.31944444 | | |
| Total | 115.958333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$69 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

3 PRUEBRA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | 2,5 |
| 1,0 | 4 | 5 | 5 | 5 | 19 | 4,75 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 69 | 17,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 211**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 116,875 | 5 | 23,38 | 240,42 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1,75 | 18 | 0,10 | | |
| Total | 118,625 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$240,42 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

4 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 3 | 2 | 4 | 3 | 12 | 3 |
| 1,0 | 5 | 4 | 5 | 5 | 19 | 4,5 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 71 | 17,5 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 212**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 112,833333 | 5 | 22,5666667 | 135,4 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 3 | 18 | 0,16666667 | | |
| Total | 115,833333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$135,4 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

5 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 2 | 4 | 1 | 9 | 2.25 |
| 1,0 | 5 | 4 | 5 | 5 | 19 | 4,75 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 68 | 17 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 213**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 117,833333 | 5 | 23,5666667 | 77,1272727 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 5,5 | 18 | 0,30555556 | | |
| Total | 123,333333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$77,12 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H1**) y se garantiza la validez de los datos.

6 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|-------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 1 | 2 | 3 | 2 | 8 | 2 |
| 1,0 | 5 | 5 | 5 | 4 | 19 | 4,75 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 67 | 17.75 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 214**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 119,208333 | 5 | 23,84 | 156,05 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,75 | 18 | 0,15 | | |
| Total | 121,958333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$156,05 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

7 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2012

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | 2,25 |
| 1.0 | 4 | 5 | 5 | 5 | 19 | 4,75 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 68 | 17 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 215**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 117,833333 | 5 | 25,5666667 | 282,8 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1.5 | 18 | 0,08333333 | | |
| Total | 119,333333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$282,8 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

8 PRUEBA: 8 DE SEPTIEMBRE DE 2012

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 3 | 4 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 1,0 | 5 | 5 | 5 | 4 | 9 | 2.25 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 19 | 4.75 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 48 | 12 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 114,5 | 5 | 22,9 | 43,38 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 9,5 | 18 | 0,52 | | |
| Total | 124 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$43,38 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

9 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1,0 | 3 | 3 | 2 | 2 | 10 | 2,5 |
| 1,5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 19 | 4,75 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 49 | 12,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 217**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 115,208333 | 5 | 23,0416667 | 237 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1,75 | 18 | 0,097 | | |
| Total | 116,958333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$237 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

10 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2012

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 3 | 3 | 1 | 4 | 11 | 2,75 |
| 1,0 | 5 | 4 | 5 | 4 | 18 | 4,5 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 19 | 4,75 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 68 | 17 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 108,875 | 5 | 22,575 | 70,66 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 5,75 | 18 | 0,32 | | |
| Total | 118,625 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$70,66 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

11 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | 2,5 |
| 1,0 | 4 | 5 | 5 | 5 | 18 | 4,5 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 68 | 17 |

| | |
|---------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 219**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 113,333333 | 5 | 22,66 | 204 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2 | 18 | 0,11 | | |
| Total | 115,33333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$204 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

12 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 3 | 3 | 2 | 2 | 10 | 2,5 |
| 1,0 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 | 4,75 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 69 | 17,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 220**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 116,88 | 5 | 23,38 | 240,42 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1,75 | 18 | 0,10 | | |
| Total | 118,63 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$240,42 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

13 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | 2,5 |
| 1,0 | 5 | 4 | 5 | 4 | 18 | 4,5 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 67 | 17 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 221**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 114,21 | 5 | 22,84 | 234,94 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1,75 | 18 | 0,10 | | |
| Total | 115,96 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$234,94 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

14 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 3 | 3 | 3 | 2 | 11 | 2,75 |
| 1 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 | 4,75 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 70 | 17,5 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 222**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 116,333333 | 5 | 23,2666667 | 279,2 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1,5 | 18 | 0,08 | | |
| Total | 117,833333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$279,2 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

15 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 2 | 2 | 4 | 10 | 2,5 |
| 1.0 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 | 4,75 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 69 | 17,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 120,83 | 5 | 24,17 | 135,4 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 3,00 | 18 | 0,17 | | |
| Total | 123,83 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$135,4 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

16 PRUEBA: 11 DE MARZO DE 2012

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 3 | 2 | 2 | 2 | 9 | 2,25 |
| 1.0 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 | 4,75 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2.0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 68 | 17 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 224**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 117,83 | 5 | 23,56 | 282,8 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1,5 | 18 | 0,08 | | |
| Total | 119,33 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$282,8 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos

17 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | 2,5 |
| 1,0 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 | 4,75 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 69 | 17,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 225**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 116,88 | 5 | 23,38 | 240,42 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1,75 | 18 | 0,10 | | |
| Total | 118,63 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$240,42 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

18 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 3 | 3 | 3 | 11 | 2,75 |
| 1,0 | 4 | 5 | 4 | 5 | 18 | 4,5 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 69 | 17,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 226**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 112,88 | 5 | 22,58 | 232,20 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1,75 | 18 | 0,10 | | |
| Total | 114,63 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$232,20 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

19 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 3 | 3 | 2 | 3 | 11 | 2,75 |
| 1,0 | 4 | 5 | 5 | 4 | 18 | 4,5 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 69 | 17,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 227**

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 112,88 | 5 | 22,58 | 232,2 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1,75 | 18 | 0,10 | | |
| Total | 114,63 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$232,2 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

20 PRUEBA: 9 DE SEPTIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|--------------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 3 | 2 | 3 | 10 | 2,5 |
| 1,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 2,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 70 | 17,5 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 120,83 | 5 | 24,17 | 435 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1 | 18 | 0,06 | | |
| Total | 121,83 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$435 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

2 TEST ESTÁTICO DE TOXICIDAD CON ZINC

3

2.1. TEST ESTÁTICO PRELIMINAR

| CONCENTRACIÓN NOMINAL (PPM) | # DE ORGANISMOS MUERTOS | | | | % DE MORTALIDAD |
|-----------------------------|-------------------------|----|----|----|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | |
| 20 | 5 | 5 | 5 | 5 | 100 |
| 40 | 5 | 5 | 5 | 5 | 100 |
| 60 | 5 | 5 | 5 | 5 | 100 |
| 80 | 5 | 5 | 5 | 5 | 100 |
| 100 | 5 | 5 | 5 | 5 | 100 |

3.1 TEST ESTÁTICO DEFINITIVO

1 PRUEBA: 16 DE OCTUBRE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3,0 | 4 | 2 | 4 | 0 | 10 | 2.5 |
| 4,0 | 4 | 5 | 4 | 5 | 18 | 4.5 |
| 5,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 48 | 12 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 110 | 5 | 22 | 33 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 12 | 18 | 0,66666667 | | |

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$33 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 230**

2 PRUEBA: 16 OCTUBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,25 |
| 3,0 | 5 | 2 | 2 | 2 | 11 | 2,75 |
| 4,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 5,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 52 | 13 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 117,833333 | 5 | 23,5666667 | 56,56 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 7,5 | 18 | 0,41666667 | | |
| Total | 125,333333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$56,56 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

3 PRUEBA: 16 OCTUBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3,0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | 2,25 |
| 4,0 | 3 | 5 | 5 | 5 | 18 | 4,5 |
| 5,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 47 | 11,75 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 109,208333 | 5 | 21,8416667 | 104,84 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 3,75 | 18 | 0,20833333 | | |
| Total | 112,958333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$104,84 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

4 PRUEBA: 16 OCTUBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,25 |
| 3,0 | 3 | 3 | 3 | 4 | 13 | 3,25 |
| 4,0 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 | 4,75 |
| 5,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 53 | 13,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 115,708333 | 5 | 23,1416667 | 185,133333 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,25 | 18 | 0,125 | | |
| Total | 117,958333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$185,13 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

5 PRUEBA: 16 OCTUBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3,0 | 4 | 3 | 3 | 2 | 12 | 3 |
| 4,0 | 5 | 5 | 5 | 3 | 18 | 4,5 |
| 5,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 50 | 12,5 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 112,833333 | 5 | 22,566667 | 81,24 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 5 | 18 | 0,2777778 | | |
| Total | 117,833333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$81,24 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

6 PRUEBA: 16 OCTUBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3,0 | 2 | 3 | 4 | 3 | 12 | 3 |
| 4,0 | 5 | 5 | 5 | 4 | 19 | 4,75 |
| 5,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 51 | 12,75 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 117,875 | 5 | 23,575 | 154,30 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,75 | 18 | 0,15277778 | | |
| Total | 120,625 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$154,30 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 235

7 PRUEBA: 16 OCTUBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0,5 |
| 3,0 | 5 | 5 | 3 | 2 | 15 | 3,75 |
| 4,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 5,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 57 | 14,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 121,875 | 5 | 24,375 | 56,61 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 7,75 | 18 | 0,43055556 | | |
| Total | 129,625 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$56,61 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

8 PRUEBA: 16 OCTUBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,0 | 2 | 2 | 4 | 2 | 10 | 2,5 |
| 3,0 | 2 | 5 | 5 | 5 | 17 | 4,25 |
| 4,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 5,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 67 | 16,75 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 110,208333 | 5 | 22,0416667 | 40,6923 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 9,75 | 18 | 0,54166667 | | |
| Total | 119,958333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$40,69 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 237

9 PRUEBA: 16 OCTUBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3,0 | 3 | 3 | 4 | 2 | 12 | 3 |
| 4,0 | 5 | 5 | 4 | 5 | 20 | 5 |
| 5,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 52 | 13 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 123,333333 | 5 | 24,6666667 | 222 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2 | 18 | 0,1111111 | | |
| Total | 125,333333 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$222 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 238

10 PRUEBA: 16 OCTUBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NUMERO DE REPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 1,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2,0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3,0 | 3 | 4 | 3 | 0 | 10 | 2,5 |
| 4,0 | 5 | 5 | 5 | 4 | 19 | 4,75 |
| 5,0 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | TOTAL | 49 | 12,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 115,208 | 5 | 23,04 | 42,53 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 9,75 | 18 | 0,541 | | |
| Total | 124,95 | 23 | | | |

Para la realización de ANOVA de cada una de las pruebas se postuló la hipótesis nula y la hipótesis alternativa de la siguiente forma:

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$42,53 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna (**H₁**) y se garantiza la validez de los datos.

3. TEST ESTÁTICO DE TOXICIDAD CON HIDRÓXIDO DE AMONIO

3.1. TEST ESTÁTICO PRELIMINAR

| Concentración Nominal (ppm) | # de organismos muertos | | | | % De Mortalidad |
|--------------------------------|-------------------------|----|----|----|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | |
| 0.1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 35 |
| 0.125 | 3 | 3 | 3 | 4 | 65 |
| 0.150 | 4 | 4 | 5 | 5 | 90 |
| 0.175 | 5 | 5 | 5 | 5 | 100 |
| 0.2 | 5 | 5 | 5 | 5 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

3.2. TEST ESTÁTICO DEFINITIVO

1 PRUEBA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,0025 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0,75 |
| 0,0125 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | 2,25 |
| 0,025 | 3 | 3 | 4 | 4 | 14 | 3,5 |
| 0,25 | 4 | 5 | 5 | 4 | 18 | 4,5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | | | | 44 | 11 |

| | |
|---------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 240**

Análisis de la Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 71,8333333 | 5 | 14,3666667 | 73,8857143 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 3,5 | 18 | 0,19444444 | | |
| Total | 75,3333333 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$73.88 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H1**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

2 PRUEBA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,0025 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0,75 |
| 0,0125 | 2 | 3 | 3 | 3 | 11 | 2,75 |
| 0,025 | 3 | 4 | 3 | 4 | 14 | 3,5 |
| 0,25 | 5 | 4 | 5 | 4 | 18 | 4,5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | | | | 47 | 11,5 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 241**

Análisis de la Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 72,2083333 | 5 | 14,4416667 | 94,5272727 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,75 | 18 | 0,15277778 | | |
| Total | 74,9583333 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$94.52 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H1**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

3 PRUEBA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,00025 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,25 |
| 0,0025 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0,75 |
| 0,0125 | 2 | 2 | 2 | 3 | 9 | 2,25 |
| 0,025 | 3 | 4 | 3 | 3 | 13 | 3,25 |
| 0,25 | 5 | 5 | 5 | 4 | 19 | 4,75 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| TOTAL | | | | | 46 | 11,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 242**

Análisis de la Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 68,83 | 5 | 13,7666667 | 82,6 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 3 | 18 | 0,16666667 | | |
| Total | 71,833 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$82.6 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H₁**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

4 PRUEBA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,0025 | 2 | 1 | 1 | 1 | 5 | 0,75 |
| 0,0125 | 3 | 2 | 3 | 3 | 11 | 2,75 |
| 0,025 | 4 | 4 | 4 | 3 | 15 | 3,75 |
| 0,25 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| total | | | | | 51 | 12,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 243**

Análisis de la Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 84,375 | 5 | 16,875 | 135 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,25 | 18 | 0,13 | | |
| Total | 86,625 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$135 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H1**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

5 PRUEBA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,00025 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0,25 |
| 0,0025 | 1 | 1 | 0 | 1 | 3 | 0,75 |
| 0,0125 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | 2,25 |
| 0,025 | 3 | 3 | 3 | 4 | 13 | 3,25 |
| 0,25 | 5 | 5 | 5 | 4 | 19 | 4,75 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | | | | 45 | 11,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 244**

Análisis de la Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 70,875 | 5 | 14,175 | 68,04 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 3,75 | 18 | 0,20833333 | | |
| Total | 74,625 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$68.04 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H1**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

6 PRUEBA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,00025 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,25 |
| 0,0025 | 1 | 1 | 2 | 1 | 5 | 0,75 |
| 0,0125 | 3 | 2 | 2 | 3 | 10 | 2,5 |
| 0,025 | 4 | 3 | 4 | 4 | 15 | 3,75 |
| 0,25 | 5 | 4 | 5 | 5 | 19 | 4,75 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | | | | 50 | 12 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 245**

Análisis de la Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 73,83333333 | | 14,76666667 | 66,45 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 4 | 18 | 0,22222222 | | |
| Total | 77,83333333 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$66.45 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H1**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

7 PRUEBA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,0025 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0,75 |
| 0,0125 | 3 | 2 | 2 | 2 | 9 | 2,25 |
| 0,025 | 3 | 3 | 3 | 4 | 13 | 3,25 |
| 0,25 | 5 | 5 | 5 | 4 | 19 | 4,75 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | | | | 44 | 11 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 246**

Análisis de la Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 74,33333333 | 5 | 14,86666667 | 89,2 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 3 | 18 | 0,16666667 | | |
| Total | 77,33333333 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$89.2 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H₁**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

8 PRUEBA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,0025 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0,75 |
| 0,0125 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10 | 2,5 |
| 0,025 | 3 | 4 | 3 | 4 | 14 | 3,5 |
| 0,25 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | | | | 47 | 11,75 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 247**

Análisis de la Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 84,2083333 | 5 | 16,8416667 | 110,236364 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,75 | 18 | 0,15277778 | | |
| Total | 86,9583333 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$110.23 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H1**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

9 PRUEBA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|----------------------|---------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,0025 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 0,75 |
| 0,0125 | 3 | 2 | 2 | 2 | 9 | 2,25 |
| 0,025 | 3 | 4 | 4 | 3 | 14 | 3,5 |
| 0,25 | 4 | 5 | 5 | 5 | 19 | 4,75 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | | | | 46 | 11,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 248**

Análisis de la Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 75,3333333 | 5 | 15,0666667 | 108,48 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,5 | 18 | 0,1388889 | | |
| Total | 77,8333333 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$108.48 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H1**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

10 PRUEBA: 22 DE NOVIEMBRE DE 2013

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,00025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,0025 | 1 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0,75 |
| 0,0125 | 2 | 2 | 3 | 2 | 9 | 2,25 |
| 0,025 | 3 | 4 | 4 | 4 | 15 | 3,75 |
| 0,25 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | | | | 47 | 11,75 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 86,7083333 | 5 | 17,3416667 | 138,733333 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,25 | 18 | 0,125 | | |
| Total | 88,9583333 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$138.73 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H₁**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

4. TEST ESTÁTICO DE TOXICIDAD VERTIMIENTO CRUDO CON ZINC

4.1 Test Estático Preliminar

| Concentración Nominal (%) | # de organismos muertos | | | | # De Muertes/Total de organismos | % De Mortalidad |
|---------------------------|-------------------------|----|----|----|----------------------------------|-----------------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 20 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 40 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 60 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 80 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| 100 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |

4.2 Test Estático Definitivo

1 PRUEBA: 14 DE ENERO DE 2014

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 2 |
| 0,7 | 3 | 3 | 4 | 2 | 12 | 3 |
| 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 | 4 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Total | | | | | 76 | 19 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de la Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 75,3333333 | 5 | 15,0666667 | 135,6 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2 | 18 | 0,11111111 | | |
| Total | 77,3333333 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$135.6 > 2,77$$

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H₁**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

2 PRUEBA: 14 DE ENERO DE 2014

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 2 |
| 0,7 | 2 | 4 | 3 | 4 | 13 | 3,25 |
| 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 | 4 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Total | | | | | 77 | 19,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 75,2083333 | 5 | 15,0416667 | 98,4545455 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,75 | 18 | 0,15277778 | | |
| Total | 77,9583333 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$98.45 > 2,77$$

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 252**

De acuerdo a esto podemos concluir que $F_c > F_t$, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna **H1**, la cual nos verifica que las diferentes concentraciones producen efectos diferentes en los organismos a prueba de *Daphnia magna*.

3 PRUEBA: 14 DE ENERO DE 2014

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 2 |
| 0,7 | 4 | 4 | 2 | 3 | 13 | 3,25 |
| 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 | 4 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| total | | | | | 77 | 19,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 75,21 | 5 | 15,0416667 | 98,4545455 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,75 | 18 | 0,15277778 | | |
| Total | 77,958 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$98.45 > 2,77$$

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 253

4 PRUEBA: 14 DE ENERO DE 2014

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 2 |
| 0,7 | 3 | 3 | 4 | 4 | 14 | 3,5 |
| 1 | 4 | 4 | 4 | 3 | 15 | 3,75 |
| 1,5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 19 | 4,75 |
| 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Total | | | | | 76 | 19 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 70,83333333 | 5 | 14,16666667 | 102 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,5 | 18 | 0,14 | | |
| Total | 73,33333333 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$102 > 2,77$$

5 PRUEBA: 14 DE ENERO DE 2014

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|--------------|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,5 | 2 | 2 | 2 | 2 | 8 | 2 |
| 0,7 | 3 | 4 | 3 | 3 | 13 | 3,25 |
| 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 | 4 |
| 1,5 | 5 | 5 | 5 | 4 | 19 | 4,75 |
| 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| | | | | Total | 76 | 19 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de Varianza

| ANALISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 71,8333333 | 5 | 14,3666667 | 172,4 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1,5 | 18 | 0,08333333 | | |
| Total | 73,3333333 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$172.4 > 2,77$$

1. TEST ESTÁTICO DE TOXICIDAD VERTIMIENTO CON ZINC TRATADO

4.1 Test Estático Definitivo

| <i>Concentración Nominal (%)</i> | <i># de organismos muertos</i> | | | | <i># De Muertes/Total de organismos</i> | <i>% De Mortalidad</i> |
|--------------------------------------|------------------------------------|----------|----------|----------|---|------------------------|
| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> | <i>4</i> | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0/20 | 0 |
| 10 | 3 | 2 | 3 | 2 | 10/20 | 50 |
| 15 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20/20 | 100 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 20/20 | 0 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|--------------------|------------------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 87,5 | 5 | 17,5 | 315 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1 | 18 | 0,05555556 | | |
| Total | 88,5 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$315 > 2,7$$

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 256

Prueba 2: 16 DE ENERO DE 2014

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0,25 |
| 10 | 3 | 2 | 3 | 4 | 12 | 3 |
| 15 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| total | | | | | 33 | 8,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 90,875 | 5 | 18,175 | 118,963636 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 2,75 | 18 | 0,15277778 | | |
| Total | 93,625 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$118,96 > 2,77$$

Prueba 3: 16 DE ENERO DE 2014

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 4 | 3 | 3 | 3 | 13 | 3,25 |
| 15 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| total | | | | | 33 | 8,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 90,875 | 5 | 18,175 | 436,2 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 0,75 | 18 | 0,04 | | |
| Total | 91,625 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

H₀: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H₁: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$436.2 > 2,77$$

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 258

Prueba 4: 16 DE ENERO DE 2014

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,25 |
| 10 | 3 | 3 | 3 | 3 | 12 | 3 |
| 15 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | | | | 33 | 8,25 |

| | |
|----------------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 90,875 | 5 | 18,175 | 436,2 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 0,75 | 18 | 0,04 | | |
| Total | 91,625 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.

Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$436.2 > 2,77$$

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 259

Prueba 5: 16 DE ENERO DE 2014

| CONCENTRACIÓN | NÚMERO DE RÉPLICAS | | | | TOTAL | PROMEDIO |
|---------------|--------------------|----|----|----|-------|----------|
| | R1 | R2 | R3 | R4 | | |
| 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 2 | 3 | 3 | 2 | 10 | 2,5 |
| 15 | 5 | 5 | 5 | 5 | 20 | 5 |
| Blanco | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Total | | | | | 30 | 7,5 |

| | |
|---------------|----|
| Tratamientos | 6 |
| Observaciones | 4 |
| Total | 24 |

Análisis de Varianza

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | | | | |
|---------------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------|-----------|
| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de cuadrados | F Calculado | F Teórico |
| Entre grupos | 87,5 | 5 | 17,5 | 315 | 2,77 |
| Dentro de Grupos | 1 | 18 | 0,05555556 | | |
| Total | 88,5 | 23 | | | |

Determinamos el valor de F para luego ser comparado con el F teórico y poder Concluir, partiendo de dos hipótesis.


Ho: Las diferentes concentraciones producen el mismo efecto en todos los organismos

H1: Las diferentes concentraciones producen diferentes efectos efecto en todos los organismos

$$315 > 2,77$$

ANEXO 7

PROTOCOLO PARA LA ELABORACIÓN DE LAS SOLUCIONES DE PRUEBAS
TOXICOLÓGICAS

| | | |
|--|---|--------------------------------------|
|  | PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA | LB 05 VERSIÓN 0 |
| LABORATORIO DE BIOENSAYOS | | |
| PREPARACIÓN DE SOLUCIONES PARA PRUEBAS DE TOXICIDAD | | |
| CONTENIDO 1. Objetivos 2. Definiciones 3. Materiales 4. Principio del método 5. Procedimiento 6. Bibliografía | | |
| 1. OBJETIVOS Determinar la concentración letal media $CL_{50,48}$ de una sustancia pura o un vertimiento mediante pruebas toxicológicas pruebas estáticas sin renovación de la sustancia pura o efluente, que produce la mortalidad del 50% de los organismos expuestos en un tiempo de 48 horas. | | |
| 2. DEFINICIONES Prueba Estática: Ensayo toxicológico en el cual no existe renovación de las soluciones test a lo largo de toda la prueba (corto tiempo de duración no más de 96 horas). Condiciones de la Prueba: Medición de parámetros de control después de cada una de las pruebas, con fin de demostrar que la manifestación de los organismos expuestos se debe al efecto de las sustancias puras o vertimientos y no a alteraciones de las características fisicoquímicas de las mismas. Para ello se verifican el pH, el oxígeno disuelto y la dureza. Concentración Letal (CL_{50-48}): Concentración del compuesto tóxico que afecta al 50 % de la población de la especie modelo, causando su muerte, bajo condiciones de prueba en un tiempo determinado Pruebas de Sensibilidad: Estandarización de pruebas de toxicidad, cuyo propósito es establecer la sensibilidad de las especies y su secuencia de efecto frente a un tóxico de referencia, según las repeticiones de las mismas; con esto se garantiza y certifica la confiabilidad de los datos en relación con la capacidad de respuesta de los organismos. Con las pruebas se determina el rango de sensibilidad frente al tiempo de exposición de igual manera se comprueba que la manifestación de los organismos expuestos se debe al efecto del tóxico de referencia y no a fallas operacionales en la aplicación del método, elaborando así cartas de vigilancia, teniendo en cuenta la Precisión y exactitud que se deben y pueden obtenerse en los resultados generados por un determinado bioensayo. Los tóxicos de referencia a utilizar en estas pruebas pueden ser: NaCl, KCl, CdCL, CuSO ₄ , SDS o K ₂ CR ₂ O ₇ . Pruebas Preliminares (Screening Test): Pruebas de toxicidad donde se establece el rango de concentraciones de sustancias problema o vertimientos en las cuales hay efectos observables en los organismos prueba sin que se presente alta mortalidad. | | |

Pruebas Definitivas: Pruebas de toxicidad que se realizan a partir de los resultados de las pruebas preliminares. En ellas se determinan si se pueden mantener las mismas concentraciones, o si es necesario cambiar el factor de dilución en algún intervalo u otro aspecto que resulte relevante.

Pruebas de Toxicidad Aguda: El principio de estas pruebas es determinar bajo condiciones específicas de una sustancia pura o efluente su letalidad al 50% de la población expuesta después de un período de exposición de 24, 48, 72 o 96 horas. Esta determinación se designa como la concentración letal media en el tiempo de Exposición.

3. MATERIALES

| | |
|---|-------------------------------------|
| Frascos de Vidrio de boca ancha de 1000 ml y 500 ml | Balones aforados de 100 ml y 500 ml |
| Batería o montaje de ensayo | Pipeta Pasteur plástica de 3 ml |
| Pipeta graduada de 10 ml | Pipeteadores |

4. PRINCIPIO DEL MÉTODO

Las pruebas de toxicidad se realizan según la metodología CETESB (L5.017 y L5.022), con el fin de exponer individuos de 24 horas de nacidos a diferentes porcentajes de dilución de una sustancia de interés sanitario o de un vertimiento, determinándose la concentración que afecta al 50 % de la población del organismos prueba *Daphnia Magna*, causando su muerte, en un tiempo determinado. Los protocolos mencionados se encuentran en el laboratorio de bioensayos.

5. PROCEDIMIENTO

5.1. Preparación de sustancias puras para pruebas de toxicidad aguda

5.1.1 Preparar 100 ml de sustancia pura en un balón aforado 100 ml utilizando Molibdeno y Potasio adicionando agua reconstituida en una concentración de 1000 mg/l y a partir de ella hacer 5 diluciones siguiendo los rangos seleccionados y pertinentes para cada contaminante.

5.1.2 Transferir las soluciones a frascos de vidrio de boca ancha, rotular indicando la fecha de preparación y mantenerlas refrigeradas por un tiempo máximo de 2 meses.

5.1.3 Aclimatar las soluciones durante un periodo de tres (3) horas antes de la realización de las pruebas toxicológicas.

5.2. Vertimiento

5.2.1. Determinar el sitio de muestreo

5.2.2. Realizar la caracterización fisicoquímica del agua residual.

5.2.3. Establecer el tipo de tratamiento para muestra ambiental, si es necesario, para facilitar el montaje de las pruebas de toxicidad.

5.2.4. Mantener la muestra refrigerada por un periodo no mayor a 12 horas.

5.2.5. Preparar diluciones partiendo del 100% del efluente y a partir de ella preparar soluciones de 20, 40, 60, 80 % del efluente diluyendo con agua reconstituida a un volumen final de 500 ml.

5.2.6. Pasar las soluciones en frascos de boca ancha y mantenerlas tapadas, hasta iniciar las pruebas de toxicidad.

5.2.7. Realizar las pruebas toxicológicas en un tiempo no mayor a 24 horas.

5.2.8. Aclimatar las soluciones durante un periodo de tres (3) horas antes de la realización de las pruebas toxicológicas.

5.3. Montaje de las pruebas toxicológicas.

5.3.1. Colocar en una bandeja plástica 24 copas plásticas, los cuales, deben estar distribuidos en cinco (5) concentraciones de las respectivas soluciones (pruebas de sensibilidad, sustancia pura y muestra ambiental) y en un control de agua reconstituida. Para ello cada copa debe estar marcada.

5.3.2. Adicionar 10 ml de los diferentes porcentajes de concentración con ayuda de una pipeta graduada en los tubos de ensayo, siendo preparadas cuatro (4) replicas por concentración, cada una, con su respectivo control (agua reconstituida dureza 160-180 mg/L CaCO₃).

5.3.3. Transferir en cada copa 5 neonatos de 6 a 24 horas de nacidos con ayuda de una pipeta Pasteur de plástico, separados con anterioridad según el protocolo LB04 “mantenimiento del cultivo *Daphnia magna*”. Cada concentración necesita 20 organismos y en cada batería de ensayo se utilizan 120 organismos.

5.3.4. Cubrir el montaje con una bolsa de color negro que aislé la luz, a una temperatura de 20_ 2 °C bajo condiciones de oscuridad durante 48 horas.

5.3.5. Al terminar las 48 horas revisar con ayuda de una lámpara con lupa, la batería de ensayo y realizar la lectura de los organismos muertos en cada copa, reportando el número de ellos en el formato LB 001 "registro de resultados por muestra analizada”.

5.3.6. Realizar la medición de parámetros de control el pH, OD y dureza después de cada prueba, tomando de manera aleatoria cualquier concentración, con fin de demostrar que la manifestación de los organismos expuestos se debe al efecto de las sustancias puras o vertimientos y no a alteraciones de las características fisicoquímicas de las mismas. Reportando estos datos en el formato LB00.

5.3.7. Registrar y reportar los datos en la siguiente tabla:

| Concentración Nominal (ppm) | Número de Organismos muertos | | | | Medidas Finales | | Núm. Observado de muertes / núm. Total de organismos | % mortalidad Obtenido |
|-----------------------------|------------------------------|---|---|---|-----------------|----|--|-----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | OD | pH | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Fuente: Guía para la realización de ensayos de toxicidad (Bioensayos) en organismos acuáticos

Este procedimiento se realiza hasta encontrar los rangos de concentraciones que produce la muerte al 50% de los organismos para la realización de las pruebas definitivas de sensibilidad como para sustancias puras y vertimientos.

5.4. Pruebas de Sensibilidad

5.4.1. Realizar las pruebas definitivas de sensibilidad siguiendo la metodología descrita en los pasos 5.1 utilizando los rangos establecidos según los resultados en las pruebas preliminares. Los rangos de dicromato de potasio que producen la muerte al 50% de los organismos están entre 0.1 y 1 mg/l.

5.4.2. Con los resultados obtenidos entre este rango determinar la concentración letal media CL₅₀₋₄₈ de cada prueba de sensibilidad, por medio del método Probit que está en el protocolo LB 06 “Análisis de Regresión y análisis Probit”. Disponible en el laboratorio de bioensayos.

5.4.3. Realizar una carta de control con los resultados obtenidos en las pruebas de sensibilidad y determinar la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈) promedio para el Dicromato de Potasio, así como la desviación estándar (σ) de la (CL₅₀₋₄₈), sus límites superior (promedio +2(σ)), e inferior (promedio - 2(σ)).

5.4.4. Estos resultados, corresponden al intervalo de la concentración en el cual varía la respuesta de los organismos al tóxico de referencia, con una confiabilidad del 95%.

5.4.5. La carta de control se debe realizar como mínimo con 20 pruebas de sensibilidad con el dicromato de potasio.

5.5. Pruebas Definitivas

5.5.1. Realizar las pruebas definitivas siguiendo la metodología descrita en los pasos en el ítem anterior, utilizando los rangos establecidos según los resultados en las pruebas preliminares.

5.5.2. Obtener la concentración letal media (CL₅₀₋₄₈), con sus respectivos límites superiores e inferiores con una confiabilidad del 95% por medio del método Probit, para ello remítase al protocolo LB006 “Análisis de Regresión y Análisis Probit”, disponible en el laboratorio de bioensayos.

5.5.3. Realizar el análisis de varianza (ANOVA) del resultado con el procedimiento descrito en el protocolo LB07 “análisis de varianza”, disponible en el laboratorio de bioensayos.

Notas:

1. La mortalidad en los controles no debe ser mayor que el 10% y preferiblemente no más que el 5%.
2. Si la mortalidad en el control sobrepasa el 10%, esta prueba se considera no representativa y se requiere la repetición de la misma.
3. La concentración de oxígeno medida en el bioensayo después de 48 horas debe ser mayor de 2 mg/l.
4. La mortalidad en los controles no debe ser mayor que el 10% y preferiblemente no más que el 5%.
5. Se debe realizar semanalmente una prueba de sensibilidad con los rangos establecidos del dicromato de potasio.

BIBLIOGRAFÍA

ESCOBAR MALAVER, P. M. (1997). Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando *Daphnia Pulex* para la evaluación de muestras ambientales. Santafé de Bogotá.

CETESB. Pruebas de Toxicidad aguda. Protocolos L5.017 y L5.022 (1992)

Proyecto CAR – BID – Contrato 298–94. Estudio de evaluación de toxicidad relativa de sustancias tóxicas en vertimientos y cuerpos receptores.

Tomado de:

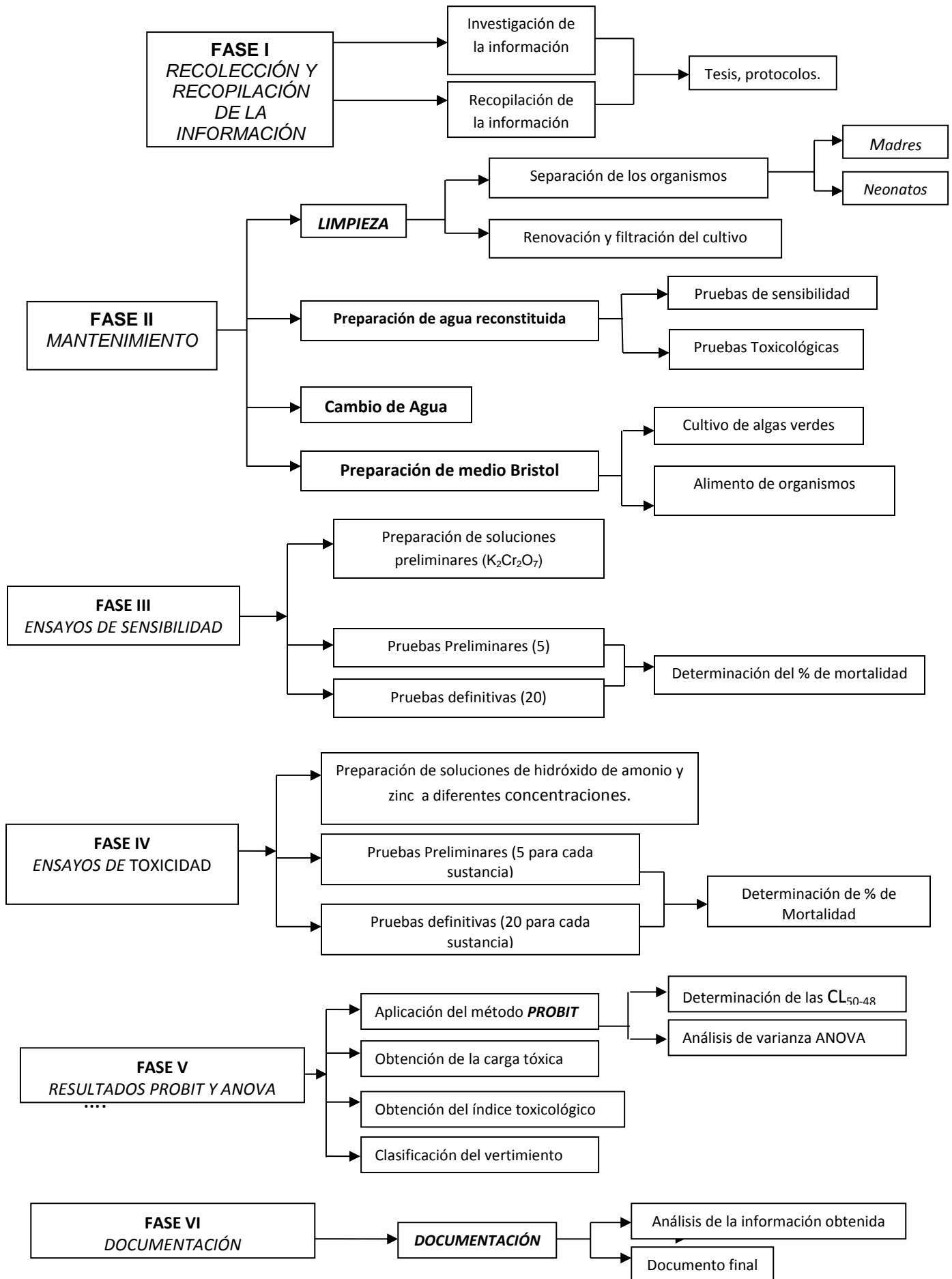
ESCOBAR MALAVER, P. M. (1997). Implementación de un sistema de alerta de riesgo toxicológico utilizando *Daphnia Pulex* para la evaluación de muestras ambientales. Bogotá.

Adaptado para: DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC EN ECOSISTEMAS ACUÁTICOS CON ORGANISMOS *Daphnia magna*.

ANEXO 8

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 266



ANEXO 9

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL VERTIMIENTO SIN TRATAR

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 268



Laboratorio Acreditado por el IDEAM Según
Resolución No. 2098 del 22 Ago. 2011



REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. A-7729

Bogotá D.C., Diciembre 20 de 2013

Página 1 de 1

| DATOS DEL CLIENTE | | IDENTIFICACION DE LA MUESTRA | | |
|--|------------------------|--|--------------------------|--|
| DIANA MÉNDEZ WALTEROS DIANA MÉNDEZ WALTEROS Calle 13 N° 78 d 13 bloque 1 Apto. 305 3144123454 dianitaymw@hotmail.com | | PRODUCTO/MATRIZ: | AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL | |
| | | MUESTREO A CARGO DE: | CLIENTE | |
| | | PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: | N.A. | |
| | | PLAN DE MUESTREO ANTEK No.: | N.A. | |
| | | IDENTIFICACION DE MONITOREO: | N.A. | |
| | | NUMERO TOTAL DE MUESTRAS: | 2 | |
| | | LUGAR DE MUESTREO: | N.E. | |
| | | TIPO DE MUESTREO: | N.E. | |
| FECHA DE MUESTREO: 2013 - 10 - 16 | | FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS: 2013 - 10 - 17 | | FECHA DE ANALISIS: 2013 - 10 - 17 / 2013 - 10 - 25 |
| PARAMETRO | UNIDADES | TECNICA ANALITICA | METODO | MUESTRA 1 |
| DUREZA TOTAL | mg/L CaCO ₃ | VOLUMÉTRICO-EDTA | SST 395 | ANTEK 127632 |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | mg/L | SECADO A 103-105 °C - GRAVIMETRICO | SM 2540 D | 42 |
| DQO | mg/L O ₂ | REFLUJO CERRADO - VOLUMETRICO | SM 5220 C | 39.5 |
| ZINC | mg/L | E.E.A. | SM 3111 B | 350 |
| DBO | mg/L | REFLUJO CERRADO - VOLUMETRICO | SM 5222 B | 100 |
| | | | | 60 |

N.E.: NO ESTABLECIDO N.A.: NO APLICA E.E.A.: ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ATÓMICA

OBSERVACIONES:

METODO DE ANALISIS UTILIZADO: STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER & WASTEWATER 21st EDITION 2005, APHA, AWWA, WEF.

RESULTADOS VALIDOS UNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S)
PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO

AUTORIZO

LUIS ARTURO SUSPES
Dirección Técnica y Laboratorio

Calle 25B No. 85B - 54. Bogotá, D.C. - Colombia. PBX (57) 1 - 295 2333
anteksa@anteksa.com - reportes@anteksa.com - www.anteksa.com

RT-5-10-56 V.2

ANEXO

10

RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL VERTIMIENTO TRATADO

DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 270



Laboratorio Acreditado por el IDEAM Según
Resolución No. 2098 del 22 Ago. 2011



REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO No. A-7729

Bogotá D.C., Diciembre 20 de 2013

Página 1 de 1

| DATOS DEL CLIENTE | IDENTIFICACION DE LA MUESTRA |
|--|---|
| DIANA MÉNDEZ WALTEROS DIANA MÉNDEZ WALTEROS Calle 13 N° 78 d 13 bloque 1 Apto. 305 3144123454 dianitaymw@hotmail.com | PRODUCTO/MATRIZ: AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL MUESTREO A CARGO DE: CLIENTE PROCEDIMIENTO DE MUESTREO: N.A. PLAN DE MUESTREO ANTEK No.: N.A. IDENTIFICACION DE MONITOREO: N.A. NUMERO TOTAL DE MUESTRAS: 2 LUGAR DE MUESTREO: N.E. TIPO DE MUESTREO: N.E. |
| FECHA DE MUESTREO: 2013 - 10 - 16 | FECHA DE RECEPCION DE MUESTRAS: 2013 - 10 - 17 |
| FECHA DE ANALISIS: 2013 - 10 - 17 / 2013 - 10 - 25 | |

| PARAMETRO | UNIDADES | TECNICA ANALITICA | METODO | MUESTRA 2 |
|-----------------------------|------------------------|------------------------------------|-----------|--------------|
| | | | | ANTEK 127632 |
| DUREZA TOTAL | mg/L CaCO ₃ | VOLUMETRICO-EDTA | SM 2340 C | 35 |
| SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES | mg/L | SECADO A 103-105 °C - GRAVIMETRICO | SM 2540 D | 29 |
| DQO | mg/L O ₂ | REFLUJO CERRADO - VOLUMETRICO | SM 5220 C | 150 |
| ZINC | mg/L | E.E.A. | SM 3111 B | 8.71 |
| DBO | mg/L | REFLUJO CERRADO - VOLUMETRICO | SM 5222 B | 8.2 |

N.E.: NO ESTABLECIDO N.A.: NO APLICA E.E.A.: ESPECTROMETRÍA DE EMISIÓN ATÓMICA

OBSERVACIONES:

METODO DE ANALISIS UTILIZADO: STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER & WASTEWATER 21st EDITION 2005, APHA, AWWA, WEF.

RESULTADOS VALIDOS UNICAMENTE PARA LA(S) MUESTRA(S) ANALIZADA(S)

PROHIBIDA LA REPRODUCCION PARCIAL DE ESTE INFORME SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO

AUTORIZO

LUIS ARTURO SUSPES
Direccion Técnica y Laboratorio

Calle 25B No. 85B - 54. Bogotá, D.C. - Colombia. PBX (57) 1 - 295 2333
anteksa@anteksa.com - reportes@anteksa.com - www.anteksa.com

RT-0.10-06 V.2

**DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN LETAL MEDIA (CL₅₀₋₄₈) DE HIDRÓXIDO DE AMONIO Y
ZINC CON ORGANISMOS *Daphnia magna*. 271**