

**CONCENTRACIÓN LETAL 50 (CL₅₀) DEL SULFONATO DE ALQUILBENCENO
DE CADENA LINEAL (LAS) EN LARVAS DE *Rhamdia quelen***

ANGELA PATRICIA MORA PANTOJA

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2015**

**CONCENTRACIÓN LETAL 50 (CL₅₀) DEL SULFONATO DE ALQUILBENCENO
DE CADENA LINEAL (LAS) EN LARVAS DE *Rhamdia quelen***

ANGELA PATRICIA MORA PANTOJA

**Trabajo de grado en la modalidad de investigación, presentado como
requisito parcial para optar al título de Ingeniero en Producción Acuícola**

**Director:
MARCO ANTONIO IMUÉS FIGUEROA
Zoot, Esp, MSc**

**Co- Director:
EVOY ZANIBONI FILHO
Ocg, MSc, Dr, Ph.D**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS
DEPARTAMENTO DE RECURSOS HIDROBIOLÓGICOS
PROGRAMA DE INGENIERÍA EN PRODUCCIÓN ACUÍCOLA
PASTO, COLOMBIA
2015**

**“Las ideas y conclusiones aportadas en la Tesis de grado, son
responsabilidad exclusiva de sus autores”**

**Artículo 1º del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del
Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.**

NOTA DE ACEPTACIÓN:

MARCO ANTONIO IMUÉS FIGUEROA
Director

EVOY ZANIBONI FILHO
Co-Director

CAMILO LENIN GUERRERO ROMERO
Jurado delegado

GLORIA LUCIA CÁRDENAS CALVACHI
Jurado

San Juan De Pasto, 03 De Junio De 2015

AGRADECIMIENTOS

Adrián Lasso	Ingeniero en Producción Acuícola
Yeimi Ordoñez-M.	Ingeniero en Producción Acuícola
David Narváez- L.	Ingeniero en Producción Acuícola
Cristian Moreno	Ingeniero en Producción Acuícola
Karina Fuertes-R.	Ingeniera en Producción Acuícola
Victor Chávez-O.	Ingeniero en Producción Acuícola
Brigitte Bolaños- M	Ingeniera en Producción Acuícola
Marcela Botina-J.	Ingeniera en Producción Acuícola
Yuli Chalpatar –A.	Ingeniera en Producción Acuícola
Sol de María Bravo	Ingeniera en Producción Acuícola
Natalia Melo-A.	Ingeniera en Producción Acuícola
Karen Días-P.	Ingeniera en Producción Acuícola
Brigitte Benavides- A.	Ingeniera en Producción Acuícola
Fabio Noguera-O.	Ingeniero en Producción Acuícola
Carlos Días	Ingeniero en Producción Acuícola
Leidy Maya-M.	Ingeniera en Producción Acuícola
Alex Garcia	Ingeniero en Producción Acuícola
Rosa Ordoñez	Ingeniera en Producción Acuícola
Sofia Builes G.	Ingeniera en Producción Acuícola
Harold Lasso	Ingeniero en Producción Acuícola
Yurani Roque	Ingeniera en Producción Acuícola
Yilmar Mora	Ingeniero en Producción Acuícola
Manuel Ramírez N.	Ingeniero en Producción Acuícola
Andrés Narváez A.	Ingeniero en Producción Acuícola

A todo el equipo de trabajo del Laboratorio de Peces de Agua Dulce (LAPAD), por su valioso apoyo en el desarrollo, de mi trabajo de tesis, en especial a mi orientador el profesor Evoy Zaniboni Filho.

A todos mis profesores, los cuales me han enseñado con sabiduría, con gran empeño y dedicación, muchísimas gracias por sus consejos y su ayuda.

Gracias al Grupo administrativo del programa de Ingeniería en Producción Acuícola, por su gran trabajo y su gran labor diaria.

Muchas gracias, a la Universidad de Nariño, por haberme dado la oportunidad de continuar con mis estudios profesionales y terminar con mi formación profesional, a Bienestar Universitario, La Vicerrectoría de Investigaciones, Postgrados y Relaciones Internacionales (VIPRI), por toda su colaboración, en los trámites de mi viaje a Brasil.

Infinitamente gracias a todas las personas que hicieron parte de mi vida y me ayudaron a alcanzar, este objetivo.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme brindado la oportunidad de alcanzar este objetivo, a toda mi familia por brindarme su apoyo incondicional, su alegría y fortaleza, cuando se presentaron dificultades y llenar mi vida de buenos momentos, infinitamente gracias por toda su colaboración, a Andrés Arteaga, estudiante de Medicina Veterinaria, que por su gran pensamiento y sentir, se ha quedado en nuestra memoria, gracias por tu valentía, coraje, esfuerzo y por tu lucha.

ANGELA PATRICIA MORA PANTOJA

*“Solo cuando, el último río se haya secado, cuando el último pez,
se haya envenenado, cuando el último árbol haya sido talado
solo entonces nos daremos cuenta, que el dinero no se puede comer”.*

Adagio indio

*“Hemos olvidado que el ciclo del agua y el ciclo de la vida son uno
lo que el ser humano debe saber es que no pueden vivir sin la madre tierra,
pero la tierra puede vivir sin humanos”.*

Jacques Cousteau.

RESUMEN DEL PROYECTO

La utilización masiva de detergentes en el mundo y especialmente en Brasil, los cuales son vertidos a los ríos en forma de aguas residuales domésticas han contribuido a que haya un aumento de la contaminación ambiental y al deterioro de los ecosistemas acuáticos afectando la ictiofauna nativa con base en estos criterios se desarrolló el presente estudio; con el fin de determinar la concentración letal 50 (CL_{50}) del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, en larvas de *Rhamdia quelen*.

Este proyecto se llevó a cabo en el Laboratorio de Peces de Agua Dulce (LAPAD) de la Universidad Federal de Santa Catarina, en la Ciudad de Florianópolis, estado Federal de Santa Catarina, al sur de Brasil. Por cada experimento se utilizaron 2520 larvas de *Ramdia quelen*, las cuáles fueron distribuidas en recipientes plásticos de 15 L, con un volumen aprovechable de 5 L, a una densidad de 24 animales por litro, a razón de 120 larvas por recipiente, constituyendo una unidad experimental. Se formaron siete grupos para aplicar el mismo número de tratamientos con tres réplicas cada uno, para un total de 21 unidades experimentales, distribuidas en un diseño conformado por tres Bloques completos al azar con submuestreo. Los tratamientos consistieron en exponer a los animales, por un periodo de 48 horas, de la siguiente manera: T1: Sin adicionar sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal (LAS), T2: adicionando 0,036 g de LAS por litro de agua, T3: agregando 0,251 g de LAS por litro de agua, T4: adicionando 0,466 g de LAS por litro de agua, T5: agregando 0,681 g de LAS por litro de agua, T6: agregando 0,896 g de LAS por litro de agua y adicionando en el T7: 1,111 g de LAS por litro de agua.

Se realizó una prueba de Brand-Snedecor con el fin de establecer diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos en cuanto a la mortalidad y de esta manera se procedió a realizar la existencia de relación lineal entre la concentración de LAS y la mortalidad, a partir de esto se procedió a formar la CL_{50} , utilizando un modelo Probit. Para las variables de calidad de agua alcalinidad, dureza, pH, conductividad, se ejecutó un análisis de varianza, previa la realización de pruebas para verificar los supuestos de normalidad, homocedasticidad e independencia realizando; en los casos donde se encontró diferencias significativas una prueba de comparación múltiple de Tukey para establecer diferencias de medias; en dos de las variables se hizo la transformación de los datos, para la variable alcalinidad mediante el modelo $\frac{1}{y_i}$ para la variable dureza se utilizó el modelo $\sqrt{(y_i)}$ también se realizó medición de los parámetros, oxígeno disuelto, temperatura, nitrito y amonio como variables de observación.

Los datos recolectados en el experimento referentes al pH y conductividad no cumplieron el supuesto de normalidad ($p > 0,05$), aun después de aplicar algunos métodos de transformación de los datos; sin embargo, teniendo en cuenta que se

utilizó muestras grandes ($n > 30$) para el análisis de estas variables, el Teorema Central del Límite, asegura que cualquier distribución de probabilidad se aproxima a una distribución normal.

Los resultados de la prueba toxicológica, presentaron menor mortalidad en el tratamiento testigo 0,462% (T1) y, a partir del T5, ésta fue del 100% de la población experimental, infiriendo que dosis superiores 0,681 pueden resultar letales para la especie *Rhamdia quelen* en la etapa de larva. Además, la concentración de 0,466 g LAS/L (T4) de agua causó una mortalidad de 50% de los animales expuestos.

El método probit utilizado para el presente experimento produjo resultados en donde se incluyen predicciones desde el $CL_{0,1}$ hasta $CL_{99,9}$, el valor estimado para la CL_{50} , correspondió a una concentración del 0,4358 g LAS/L de agua, la concentración establecida para la NOEC fue igual a 0,2035 g LAS/L de agua y la LOEC fue equivalente a 0,2548 g LAS /L de agua.

ABSTRACT

The massive use of detergents in the world and especially in Brazil, which are discharged into rivers as domestic sewage that has contributed to an increase in environmental pollution and deterioration of aquatic ecosystems, affecting the native fish fauna based these criteria in the present study was developed; in order to determine the lethal concentration 50 (LC₅₀) alkylbenzene sulfonate straight chain *Rhamdia quelen* larvae.

This project was carried out in the Laboratory of Freshwater Fish (LAPAD) of the Federal University of Santa Catarina, Florianópolis City, Federal state of Santa Catarina, in southern Brazil. For each experiment 2520 larvae *Ramdia quelen*, which were distributed in plastic containers of 15 L with a usable volume of 5 L, at a density of 24 animals per liter was used at a rate of 120 larvae per container, constituting a unit experimental. Seven groups were formed to apply the same number of treatments with three replicates each, for a total of 21 experimental units, distributed in a composed of three randomized complete blocks design with subsampling. Treatments consisted of exposing the animals for a period of 48 hours as follows: T1: Without adding THE, T2: alquilbenzeno linear cadeia sulfonato (LAS) adding 0.036 g per liter of water, T3: LAS adding 0.251 g per liter of water , T4: adding 0.466 g per liter LAS, T5: THE adding 0.681 g per liter of water, T6: LAS adding 0.896 g per liter of water and adding the T7: LAS 1,111 g per liter of water .

Test Brand-Snedecor was performed in order to establish statistically significant between treatments differences in mortality and thus proceeded to make the existence of linear relationship between concentration and mortality from this we proceeded to form the LC₅₀, using a probit model. For water quality variables alkalinity, hardness, pH, conductivity, an analysis of variance was performed, after testing to verify the assumptions of normality and independence homoscedasticity making; in cases where significant differences were found a multiple comparison test of Tukey to establish mean differences; in two of the variables the transformation of the data, for alkalinity variable is made using the model $\frac{1}{y_i}$ i for hardness varying the model $\sqrt{(y_i)}$ was used measurement parameters, dissolved oxygen, temperature was also performed, ammonium nitrite and observation as variables.

As shown in the test for normality, the data collected in the experiment concerning the pH and conductivity did not meet the assumption of normality ($p > 0.05$), even after applying some methods of data transformation; however, considering that large samples ($n > 30$) for the analysis of these variables, the Central Limit Theorem says that any probability distribution approximates a normal distribution was used.

The results of toxicological testing had lower mortality in the control treatment (0.462%) and from T5, it was 100% of the experimental population 0.681 inferring that higher doses can be fatal to the species in *Rhamdia quelen* larval stage. Furthermore, the concentration of 0.466 g LAS/L of water caused a mortality of 50% of exposed animals.

Probit method used for this experiment produced results where predictions are included from the $CL_{0,1}$ to $CL_{99,9}$ where we can see that the LC_{50} , corresponding to a concentration of 0.4358 g LAS/L of water, the concentration It was established for NOEC THE equal to 0.2035 g/L of water and LOECs was equivalent to 0.2548 g LAS/L of wate

CONTENIDO

		Pág.
	INTRODUCCIÓN	17
1	OBJETIVOS	20
1.1	OBJETIVO GENERAL	20
1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
2.	MARCO REFERENCIAL	21
2.1	TOXICOLOGÍA	21
2.1.1	Toxicidad.	21
2.1.2	La eco-toxicología	21
2.1.3	Pruebas de toxicidad	22
2.1.4	Tóxico de referencia	24
2.1.5	Carta control	24
2.1.6	La relación dosis-respuesta	25
2.2.7	Umbral de dosis	25
2.1.8	Toxicología acuática	25
2.2	ESTRÉS EN PECES	30
2.3	TENSOACTIVOS	33
2.4	ANTECEDENTES SOBRE LOS DETERGENTES	35
2.5	GENERALIDADES DE <i>Rhamdia quelen</i>	38
2.5.1	NUTRICIÓN	41
2.5.2	REPRODUCCIÓN	41
2.5.3	CALIDAD DE AGUA	42
2.5.3.1	La temperatura.	42
2.5.3.2	Oxígeno disuelto.	42
2.5.3.3	Potencial de hidrógeno (pH)	42
2.5.3.4	La Conductividad eléctrica.	43
2.5.3.5	Dureza total	43
2.5.3.6	Alcalinidad Total	44
2.5.3.7	Amonio Total y Nitrito	44
2.5.3.8	Salinidad	44
3	METODOLOGÍA	45
3.1	LOCALIZACIÓN	45
3.2	MATERIAL BIOLÓGICO	46
3.3	MATERIAL QUÍMICO	46
3.4	INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES	47
3.4.1	Instalaciones	47
3.4.2	Equipos y utensilios	47
3.5	PLAN DE MANEJO	47
3.6	PERIODO EXPERIMENTAL	50
3.7	DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	51

3.8	VARIABLES EVALUADAS	Pág. 53
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN RESULTADOS	54
4.1	MORTALIDAD Y SUPERVIVENCIA	54
4.2	CONCENTRACIÓN LETAL 50 (CL ₅₀)	58
4.3	NOEC Y LOEC	59
4.4	PRUEBAS DE CALIDAD DE AGUA.	61
4.4.1	Alcalinidad	61
4.4.2	Dureza	63
4.4.3	Potencial de Hidrógeno (pH)	64
4.4.4	Conductividad	66
4.4.5	Temperatura.	68
4.4.6	Oxígeno Disuelto (O.D).	70
4.4.7	Amonio.	72
4.4.8	Nitrito	74
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
5.1	CONCLUSIONES	78
5.2	RECOMENDACIONES	78
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	80

TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Mortalidad de larvas de <i>Rhamdia quelen</i> obtenida por cada concentración en porcentaje.	54
Tabla 2. Resultados obtenidos en la medición de la variable Alcalinidad en diferentes concentraciones de LAS.	62
Tabla 3. Resultados, para la Dureza en diferentes concentraciones del tensoactivo LAS.	64
Tabla 4. Resultados del pH, con el error estándar y coeficiente de variación para cada una de las concentraciones de sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal.	65
Tabla 5. Promedio de la variable, conductividad al inocular diferentes concentraciones del tensoactivo LAS.	67
Tabla 6. Resultados de la temperatura, error estándar y coeficiente de variación, obtenidos del ensayo toxicológico inoculando LAS.	68
Tabla 7. Promedio general del comportamiento del oxígeno disuelto para cada uno de los tratamientos.	70
Tabla 8. Resultados del promedio general del amonio, con el error estándar y coeficiente de variación.	72
Tabla 9. Resultados promedio general para la variable Nitritos	74

FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Estrés oxidativo en peces.	32
Figura 2. Ejemplo de la composición química de LAS.	35
Figura 3. Procesamiento de fabricación de LAS	37
Figura 4. Laboratorio de peces de agua dulce (LAPAD). Vista Satelital.	45
Figura 5. Bloque de producción Laboratorio de Peces de Agua Dulce (LAPAD).	46
Figura 6. Abastecimiento y manejo del agua para el experimento.	48
Figura 7. Unidades experimentales usadas para la realización del experimento de investigación en forma de sistema cerrado.	50
Figura 8. Cálculo de la Concentración Letal cincuenta (CL ₅₀), del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal sobre larvas de <i>Rhamdia quelen</i> .	58
Figura 9. Comportamiento de la variable, Temperatura.	69
Figura 10. Comportamiento del Oxígeno Disuelto.	71
Figura 11. Comportamiento del Amonio total (NH ₄) en el experimento.	73
Figura 12. Comportamiento del Nitrito, en el proyecto de investigación	75

ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Datos de la variable Dureza	89
Anexo B. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Dureza	94
Anexo C. Datos de la variable Alcalinidad	96
Anexo D. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Alcalinidad	101
Anexo E. Datos de la variable Conductividad	103
Anexo F. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Conductividad.	128
Anexo G. Datos de la variable Potencial de Hidrógeno (pH), en Unidades.	137
Anexo H. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable pH, en Unidades	162
Anexo I. Datos de la variable Temperatura	171
Anexo J. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Temperatura.	196
Anexo K. Datos de la variable Oxígeno Disuelto	205
Anexo L. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Oxígeno Disuelto	230
Anexo M. Datos de la variable Amonio	239
Anexo N. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Amonio.	244
Anexo O. Datos de la variable Nitrito	247
Anexo P. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Nitrito.	251
Anexo Q. Anexo Q. Mortalidad, en diferentes concentraciones de tensoactivo LAS.	253
Anexo R. Resultado del modelo Probit para la CL_{50} .	255
Anexo S. Prueba de supuestos para variable Mortalidad	256
Anexo T. Supuestos de Normalidad, Homocedasticidad e Independencia de las variables: Mortalidad, Dureza, Alcalinidad, pH, Conductividad.	257
Anexo U. Prueba Anova para la Variable Alcalinidad	258
Anexo V. Prueba Anova para la Variable Dureza	259
Anexo W. Prueba Anova para la Variable pH	260
Anexo X Prueba Anova para la Variable Conductividad	261
Anexo Y. Prueba Anova para la Variable Mortalidad	262

GLOSARIO

ALQUILBENCENO DE CADENA LINEAL (LAB): es el proceso inmediatamente anterior al sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal; tensoactivo usado como base de detergentes en inicios de 1960.

BIOENSAYO: ensayo en el cual el poder o potencia de una sustancia es medido a través de la respuesta de organismos vivos o sistemas vivientes.

CONCENTRACIÓN EFECTIVA MEDIA (CE₅₀): Es la concentración que puede causar efectos adversos apreciables negativos, en el 50% de la población experimental de prueba.

CONTAMINANTE: sustancia ajena a un sistema natural en cierta concentración, que se presenta generalmente por causa de actividad antrópica directa o indirecta.

CONCENTRACIÓN LETAL 50 (CL₅₀): es la concentración de una sustancia que podría causar la reducción del 50% de la población de prueba.

ECOTOXICOLOGÍA: estudia y analiza los efectos de agentes químicos y físicos sobre organismos vivos, con particular atención a poblaciones y comunidades de ecosistemas definidos.

EXPOSICIÓN AGUDA: exposición a un agente xenobiótico, de corta duración (horas, días), equivalente a un tiempo de estudio menor al 10% de vida de un organismo en estudio.

ENSAYO DE TOXICIDAD: determinación del efecto de un material o mezcla sobre un grupo de organismos seleccionados bajo condiciones definidas. Mide el efecto luego de la exposición a la muestra.

LARVA: estadio de desarrollo el cual comprende entre la eclosión y la aceptación de la primera alimentación exógena.

LOEC: corresponde a la concentración más baja que causa efectos adversos a los organismos de prueba.

NOEC: concentración a la cual no se observa ningún efecto en los animales de prueba, probados mediante un ensayo toxicológico.

SULFONATO DE ALQUILBENCENO DE CADENA LIDENA LINEAL (LAS): es una molécula anfipática que tiene 2 partes diferenciadas, una hidrofílica y una hidrofóbica.

TENSOACTIVO: es una molécula anfipática, es decir una composición donde hay dos zonas bien distintas: una hidrófila extremidad polar que interacciona fuertemente con las moléculas de agua, otra hidrófoba cadena apolar de hidrocarburo que interacciona débilmente con las moléculas de agua.

TOXICIDAD: la capacidad intrínseca que posee un agente químico a producir efectos adversos, a los organismos acuáticos, modificando sus funciones vitales.

XENOBIÓTICO: sustancia extraña, producida por actividades antrópicas, que son perjudiciales para los organismos vivos, modificando su fisiología, metabolismo y morfología.

INTRODUCCIÓN

Las actividades que a diario realiza el ser humano producen desechos que son expulsados al ambiente, donde ocasionan contaminación, lo cual ha sido motivo de mucha atención en los últimos tiempos, dada la frecuencia y la gravedad de los incidentes que en este sentido se observan en todo el mundo, con efectos adversos sobre el ambiente y la salud, sobre todo cuando la entrada de sustancias naturales y sintéticas al ambiente rebasan la capacidad de los ecosistemas para asimilarlas o degradarlas. Estos argumentos son corroborados por Albert¹, quien asegura que, aunque los casos de contaminación se iniciaron a fines del siglo XVIII, durante la revolución industrial, se agravaron considerablemente después de la segunda guerra mundial, cuando en el mundo aumentó el consumo de energía, así como la extracción, producción y uso de diversas sustancias.

De la misma manera este autor menciona que el deterioro de los sistemas acuáticos se ha presentado de manera creciente, provocando efectos que son causados por descarga de aguas residuales sin tratamiento, por la escorrentía rural, urbana y agrícola además de las descargas industriales, asociados a estos vertimientos, se encuentran contaminantes orgánicos como los detergentes; cuya presencia en el medio receptor puede ocasionar problemas de toxicidad a la biota acuática de acuerdo con Russell et. al².

Los detergentes son las sustancias más comúnmente encontradas en los sistemas acuáticos, los cuales se han usado a lo largo de la historia y hoy en día se incluyen en diferentes labores domésticas. Esto ha hecho que los cuerpos de agua se hayan visto afectados por los componentes que contienen, haciendo que lagunas, ríos, quebradas y humedales se eutroficen y pierdan sus cualidades naturales, desplazando y amenazando las especies ícticas nativas de estos ambientes.

Gonzales et. al³ afirma que el componente base de los detergentes y productos de limpieza de uso doméstico son los tensoactivos, debido a su extenso uso, siendo constituyentes comunes en efluentes municipales que son vertidos en medio ambientes marinos y de agua dulce. Por ejemplo, un estudio determinó que

¹ ALBERT A. Contaminación ambiental, origen, clases, fuentes y efectos. En: Sociedad mexicana de Toxicología, A.C. Xalapa, 1995, 37

² RUSSELL G., DELGADO-BLAS V. .En: Determinación de la concentración letal media (cl50) de cuatro detergentes domésticos biodegradables en *laeonereis culveri* (webster 1879) (polychaeta: annelida). Rev. Int. Contam. Ambie. 28 (2) 137-144, 2012.p.138 (p 137-144) URL EN: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v28n2/v28n2a4.pdf>

³GONZÁLES E., QUIROGA JM., GÓMEZ A., En: alquilbenceno lineal sulfonatos (las) como trazadores de aguas residuales urbanas en un ecosistema litoral poco profundo: un caso de estudio en la bahía de cádiz. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Ciencias Marinas, vol. 25, núm. 3, septiembre, 1999, p 368. (pp. 367-379),

aproximadamente entre el 11% y el 20% del contenido orgánico soluble en efluentes municipales tratados fue atribuido a tensoactivos aniónicos. Es así como de acuerdo con Leite⁴, uno de los tensoactivos aniónicos, es el sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, más ampliamente utilizado en el mundo. El LAS presenta un proceso de fabricación a partir de tecnologías petroquímicas ampliamente establecidas con un alto nivel contaminante.

Respecto a las propiedades de la mayoría de los tensoactivos aniónicos en formulaciones de detergentes para uso doméstico e industrial y el alto consumo mundial de LAS, ha sido el blanco de interés para los investigadores en el ámbito de la vigilancia y el control del medio ambiente. Los grandes volúmenes de LAS utilizados mundialmente alcanzaron los 2,5 millones de toneladas en el 2000, con una producción proyectada de 3,4 millones para el 2014, así como su amplia distribución en el medio ambiente requieren su constante monitoreo, el conocimiento de su destino y de sus posibles efectos deletéreos tal como asegura Penteado et.al⁵.

Debido a los avances que ha tenido la industria química y a su crecimiento acelerado en los últimos años, se ha generado una nueva directriz que implica estudiar la toxicidad de algunas sustancias y/o compuestos, evaluando las consecuencias frente a los ecosistemas, con el fin de cuantificar el efecto a que están expuestos los organismos autóctonos de algunas regiones, para de esta manera buscar alternativas de preservación de las especies, manteniendo el equilibrio natural de la cadena trófica. Con base en los anteriores argumentos, este trabajo de investigación evalúa la concentración a la cual el sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal produce un efecto adverso sobre el 50% de la población, en un periodo de 48 horas de tiempo de exposición, sobre larvas de *Rhamdia quelen*.

El *Rhamdia quelen*, importante pez de agua dulce cultivado en el sur del Brasil⁶, se distribuye desde el sudeste de México, hasta el norte y centro de Argentina⁷; presenta grande potencial para la acuicultura en la región sur del Brasil, por ser una especie que presenta rápido crecimiento en las bajas temperaturas observadas en el invierno del estado de Santa Catarina, se reproduce a lo largo

⁴ LEITE, M., Estudio del comportamiento ambiental del sulfonato de alquilbenceno lineal (LAS) en una parcela agrícola de la vega de granada. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Química. 2007., p. 18,19.

⁵ PENTEADO, J, EL SEOUD O.A Y CARVALHO L. Alquilbenzeno sulfonato Llinear: uma abordagem ambiental e analítica *Quim. Nova*, Vol. 29, 2006, No. 5. p. 1038.

⁶ FUKUSHIMA, H.; BAILONE, R.L. WEISS, L.A.; MARTINS, M.L.; ZANIBONI-FILHO, E. Triploidy in the hematology of jundiá juveniles (Siluriformes: Heptapteridae). En: *Brazilian Journal of Biology (Impresso)*, v. 72, p. 147-151, 2012

⁷ BALDISSEROTTO, B., RANDUNZ, N. BARCELLOS, L. Espécies Nativas para piscicultura en el Brasil. Jundiá (*Ramdia* sp.). En: 2da Edición Revista Ampliada. Editorial:UFMS Santa María 2013.p. 301

de todo el año, con excepción de los meses más fríos junio a agosto⁸; su carne tiene alto valor comercial en los mercados locales, debido a la amplia aceptación entre los consumidores por su valor nutricional y ausencia de espinas intramusculares⁹.

En este trabajo de investigación se evaluó la toxicidad del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, adicionando al agua seis concentraciones de este tensoactivo; como material biológico se usaron ejemplares de la especie *Rhamdia quelen* en etapa de larva. Se recolectó los datos correspondientes a las variables de alcalinidad, dureza, conductividad, pH, temperatura, oxígeno disuelto, amonio, nitrito y la mortalidad, calculando el índice toxicológico, concentración letal 50 (CL₅₀), mediante el modelo probit, obteniendo como resultado una concentración de 0,435816 g LAS/L de agua, el modelo también permitió la determinación de la NOEC y la LOEC con resultados de 0,20357 y 0,254857 g Las/L de agua respectivamente.

⁸ MACHADO, D., ZANIBONI, E., MEURER, S. No rastro das especies Nativas. En: Panorama da aquicultura, novembro/dezembro, 2002.p 43

⁹ DÍAZ, A., MINEROS, C. Efectos de la densidad de siembra y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y disponibilidad de alimento sobre el desarrollo y sobrevivencia de larvas de *Pseudoplatystoma fasciatum*. En: Redalyc. Enero, 2009. Vol. 13, No. 1. pp. 21 – 30.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la concentración letal 50 (CL₅₀) del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal (LAS) sobre larvas de *Rhamdia quelen*.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar diferentes valores de mortalidad para cada uno de las concentraciones de sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, en la curva generada por el modelo Probit, para el cálculo de la CL₅₀.
- Medir la concentración a la cual no se observa un efecto alguno (NOEC) y la concentración más baja que causa efectos adversos a los organismos de prueba (LOEC).
- Establecer la variabilidad de los parámetros físico-químicos alcalinidad, dureza, pH y conductividad al incorporar el tensoactivo sulfato de alquilbenceno de cadena lineal.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 TOXICOLOGÍA

De acuerdo con Silbergeld¹⁰, la toxicología estudia los venenos o, en una definición más precisa, la identificación y cuantificación de los efectos adversos asociados a la exposición a agentes físicos, sustancias químicas; en ese sentido, la toxicología es tributaria, en materia en diseños y métodos de investigación, de la mayoría de las ciencias biológicas básicas y disciplinas médicas, de la epidemiología y de determinadas esferas de la química y la física.

Este mismo autor afirma que la toxicología abarca, desde estudios de investigación básica sobre el mecanismo de acción de los agentes tóxicos, hasta la elaboración e interpretación de pruebas normalizadas para determinar las propiedades tóxicas de los agentes. La toxicología se encarga de identificar y cuantificar los efectos adversos asociados a la exposición de agentes físicos, elementos o compuestos químicos sobre un tipo de organismo, población o ecosistema; su objetivo, según Jakubowski¹¹ es mejorar la limitación sustancial de los efectos que tiene sobre la salud y la exposición a esos agentes peligrosos en el ambiente.

Tal como manifiesta Bertoletti¹², la toxicología ha sido utilizada en busca de más conocimiento, sobre el potencial de la contaminación, de varios agentes químicos introducidos en los ecosistemas, mediante vías directas cuando son vertidas en el agua, o por vía indirecta después del consumo de productos de uso cotidiano.

2.1.1 Toxicidad. Este término se aplica a la capacidad intrínseca que posee un agente químico de producir efectos adversos sobre un organismo, modificando sus funciones vitales, comportamiento reproductivo, crecimiento, desarrollo y morfología de los tejidos¹³.

2.1.2 La eco-toxicología. Es una ciencia relativamente nueva cuando es comparada con otras ciencias; se considera una subdivisión de la toxicología, reconocida mundialmente a partir de los años 60. El Dr. Rene Truhaut, miembro

¹⁰ SILBERGELD, Ellen. Introducción. Toxicología; Herramientas y enfoques. En: Enciclopedia de la salud y seguridad en el trabajo. Madrid: Jeanne MagerStellman, 2000. pp. 33, 34.

¹¹ JAKUBOWSKI, Marck. Órgano diana y efectos críticos. En: Toxicología; Herramientas y enfoques, 1994. p. 63.

¹² BERTOLETTI, E. Toxicología, En: Ensaios biológicos com organismos aquáticos a e sua ação no controle da poluição. Sao Paulo: Companhia de tecnologia de saneamiento ambiental. 1990. p. 50.

¹³ SILBERGELD, Ellen Op. Cit. p 33,3

de la academia de Ciencias de Francia fue el creador del término Eco-toxicología en 1969, para definir el estudio de los efectos adversos de sustancias químicas con el objetivo de proteger especies naturales y poblaciones, estudios Eco-toxicológicos comprenden de manera general: las emisiones y entradas de contaminantes en el ambiente abiótico, su distribución y destino en los diversos ambientes; la entrada y destino de los contaminantes en las cadenas biológicas y sus formas de transferencia como alimento, vía cadena trófica; cualificación y cuantificación de los efectos toxicológicos de los contaminantes al ecosistema, con consecuencias en el ser humano¹⁴.

2.1.3 Pruebas de toxicidad. De acuerdo con Ronco, *et al.*¹⁵, existen dos tipos de toxicidad: aguda, que consiste en detectar efectos adversos que ocurren sobre organismos de ensayo, en una prueba durante un periodo de exposición relativamente corto; la toxicidad crónica, incluye efectos adversos que ocurren a largo plazo como resultado de dosis repetidas con una sustancia química, sobre la mayor parte de vida de un organismo, afectando su metabolismo, crecimiento o capacidad de supervivencia.

Según Cubas¹⁶, las pruebas de toxicidad aguda son utilizadas para estimar la dosis o concentración de un agente tóxico capaz de producir una respuesta específica mensurable en un organismo de prueba o población, en un periodo de tiempo relativamente corto. Para este tipo de ensayo de toxicidad el efecto medido es la letalidad o alguna otra manifestación del organismo, como la capacidad natatoria y la mortalidad; las pruebas crónicas permiten avalar los posibles efectos tóxicos de sustancias químicas sobre condiciones de exposiciones prolongadas o sea, concentraciones que permiten la supervivencia de los organismos, que afectan las funciones biológicas, tales como la reproducción, el desarrollo de los ovocitos, el crecimiento y la maduración.

Ferreira¹⁷ manifiesta que las pruebas de toxicidad aguda son experimentos de corta duración que proporcionan rápidas respuestas en la estimación de los efectos tóxicos letales de productos químicos, sobre organismos acuáticos; su principal objetivo es determinar las concentraciones letales medias de concentración letal 50 (CL₅₀), concentración efectiva 50 (CE₅₀), dosis letal 50 (DL₅₀), en un tiempo reducido de exposición, que generalmente varía entre 24 a

¹⁴ FERREIRA, Carla, Seleção de métodos biológicos para a avaliação toxicológica de efluentes industriais, Dissertação (Mestrado em meio ambiente). Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Ciências do meio ambiente. Belo Horizonte 2009.pp 4,5.

¹⁵ RONCO, Alicia. DÍAZ, María y GRANADOS, Yolanda. Conceptos Generales. En: Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas; Estandarización, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones. México: Gabriela Castillo Morales, 2004. p.22.

¹⁶ CUBAS Karina., Correlação entre fator de toxicidade e parâmetros físico-químicos para efluentes domésticos tratados. Dissertação Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2012.pp28.

¹⁷ FERREIRA Carla. Op. Cit. pp12.

96 horas; los ensayos de esta naturaleza hacen disponible información básica para otros estudios más amplios, como los ensayos de toxicidad crónica, que permiten la evaluación del riesgo eco-toxicológico.

Los ensayos de toxicidad pueden ser clasificados en estáticos, semi-estáticos y dinámicos, de acuerdo con el método de adición de las soluciones. Los ensayos estáticos son realizados sin renovación de soluciones y son recomendados para muestras que no causan modificación de oxígeno disuelto, que no son volátiles y que no sufren alteraciones significativas en el medio acuoso, para sustancias tóxicas inestables o volátiles, las cuales tienen sus concentraciones reducidas en el desarrollo del ensayo, contribuyendo que el resultado sea subestimado. Los ensayos semi-estáticos se recomiendan donde las soluciones son renovadas periódicamente. Los ensayos dinámicos se presentan cuando circula continuamente una corriente de sustancia de prueba nueva, en contacto con los individuos experimentales; se realizan con la renovación continua o casi continua de las diluciones sometidas al ensayo¹⁸.

Para Ramirez¹⁹, el empleo de pocas concentraciones repercute negativamente en los bioensayos, pues mortalidades de 0 y 100 son a menudo evidentes en pruebas de toxicidad aguda con una duración de 24 a 96 horas de exposición, por tanto un buen diseño experimental, para pruebas de toxicidad aguda, resulta con cinco concentraciones y tres réplicas simultáneas en cada una de ellas, como mínimo.

Según Lombardi²⁰, las pruebas toxicológicas deben ser realizadas preferencialmente con las primeras fases del ciclo de vida de los organismos acuáticos, embriones, larvas, alevinos, neonatos; esta preferencia se atribuye al hecho que las fases precoces presentan más sensibilidad a las intoxicaciones en general, que las formas adultas; esto da mayor margen de seguridad para la estimación de concentraciones aceptables del agente tóxico del medio en estudio.

Rojas y Ramirez²¹ mencionan las siguientes unidades de medida para expresar los valores de concentración de contaminantes y las dosis recibidas por un organismo, sirviendo como indicadores.

¹⁸ Ibid. p12.

¹⁹ RAMIREZ, A. Fundamentos cuantitativos para realizar ensayos biológicos y pruebas de toxicidad; Curso Regional de Entrenamiento INDERENA /PNUMA/PAC/FAO/COI. En: ensayos biológicos y pruebas de toxicidad. En el Gran Caribe III. Cartagena. 1989. p 15.

²⁰ LOMBARDI, J. En: Toxicología acuática, Sanidade dos organismos acuáticos. Ed. Varela. 2002. p. 267.

²¹ ROJAS, Catalina y RAMIREZ, Emilce. Determinación de la Concentración Letal Media (CL₅₀-48h) del herbicida roundup 747 sobre ecosistemas acuáticos mediante pruebas toxicológicas con *Daphnia magna*. Universidad de la Salle Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria bogotá d.c 2008. p.23

a) Concentración Efectiva CE₅₀. Concentración del tóxico que produce efectos negativos apreciables en el 50% de la población. Algunas afecciones sobre los organismos son: pérdida del equilibrio, frecuencia respiratoria en un tiempo determinado.

b) Concentración Letal Media CL₅₀. Concentración letal 50 es la concentración, obtenida mediante estimación estadística, de una sustancia de la que puede esperarse que produzca la muerte del 50% de los animales expuestos a dicha sustancia durante un periodo determinado, durante la exposición o en un plazo definido después de ésta.

c) Dosis Letal Media DL₅₀. Es la dosis individual de una sustancia que provoca la muerte del 50% de la población animal debido a la exposición a la sustancia, por cualquier vía distinta a la inhalación. Normalmente es expresada como miligramos o gramos de material por kilogramo de peso del animal. La DL₅₀ solía considerarse en la bibliografía más antigua como una medida de la toxicidad aguda de las sustancias químicas. La diferencia entre DL₅₀ y CE₅₀ Concentración Efectiva radica en que la Dosis Efectiva produce en el 50 % de los animales un efecto específico no letal²².

d) NOEC y LOEC. Concentración en la que no se observa efecto; es la concentración mayor de tóxico que no producirá efecto negativo, aun cuando la exposición sea continua. LOEC. Concentración más baja de la sustancia tóxica, a la cual se observa efecto sobre el organismo de prueba, en las condiciones y tiempo establecido.²³ Para establecer un NOEC se necesitan múltiples dosis, una población amplia e información complementaria para garantizar que la ausencia de respuesta no es un mero fenómeno estadístico²⁴.

2.1.4 Tóxico de referencia. De acuerdo con Díaz, *et al.*²⁵ es un compuesto de origen químico orgánico o inorgánico, con el cual se pueden realizar pruebas de toxicidad con el fin de establecer un intervalo de concentración del compuesto seleccionado que produce un efecto esperado.

2.1.5 Carta control. Según Díaz, *et al.*²⁶, es un medio de referencia para evidenciar la sensibilidad del organismo de prueba y la estabilidad de su

²² SILBERGELD, Ellen Op. Cit. p 33,4

²³ MOSCOSO Valentina. Determinación de toxicidad por Aluminio del efluente la planta potabilizadora del cebollar en el río Tomebamba, Utilizando ensayos Toxicológicos. Cuenca Ecuador. 2004. pp.36.

²⁴ SILBERGELD, Ellen Op. Cit. p 33,4

²⁵ DÍAZ, María. SOBRERO, María y GRANADOS, Yolanda. Aseguramiento y control de calidad de bioensayos. En: Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas; Estandarización, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones. México: Gabriela Castillo Morales, 2004. p.139.

²⁶ DÍAZ, María. SOBRERO, María y GRANADOS. Op cit., p. 128,129.

respuesta a un tóxico de referencia o muestra con un margen de confianza del 95%. El mismo autor aclara que los gráficos control pueden cambiar en el tiempo, reduciendo o aumentando los intervalos de variación, la incidencia a obtener valores fuera de los límites establecidos no será mayor al cinco por ciento y si los valores se alejan significativamente del intervalo esperado, se deberá realizar una revisión sobre la sensibilidad de los organismos, sobre el procedimiento y repetir las pruebas con un nuevo lote de organismos.

2.1.6 La relación dosis-respuesta. Es la relación entre la dosis y el porcentaje de individuos que presentan un determinado efecto. Al incrementarse la dosis lo normal es que aumente el número de individuos afectados en la población expuesta²⁷.

2.1.7 Umbral de dosis. De acuerdo con Silbergeld²⁸, un umbral de dosis es el nivel de la dosis por debajo del cual no hay ningún efecto observable, se cree que existen umbrales en el caso de determinados efectos, como los efectos tóxicos agudos, pero no en el de otros, como los efectos carcinógenos; no obstante, la mera ausencia de respuesta en una población dada no debe entenderse como prueba de la existencia de un umbral. La ausencia de respuesta podría deberse a sencillos fenómenos estadísticos; es posible que un efecto adverso que se produce con baja frecuencia no sea detectable en una población pequeña.

Según este mismo autor, la dosis y la concentración de la sustancia química se pueden afectar diferentes órganos; el órgano diana es el órgano principal o más sensible afectado tras la exposición; una misma sustancia química que entra en el cuerpo por diferentes rutas de exposición, tasa de dosis, sexo y especie puede afectar a diferentes órganos diana; la interacción entre las sustancias químicas, o entre las sustancias químicas y otros factores, puede afectar también a diferentes órganos diana; por lo tanto, pueden producirse efectos agudos tras una exposición limitada y poco tiempo después de ésta (horas, días). Los efectos pueden ser reversibles o irreversibles cuando son crónicos y se producen tras una exposición prolongada (meses, años, decenios) y/o persisten después de que haya cesado la exposición.

2.1.8 Toxicología acuática. Para Bailón²⁹, la toxicología acuática estudia los compuestos químicos y otros xenobióticos sobre los organismos acuáticos con énfasis especial en los efectos adversos o dañinos. Innumerables pruebas toxicológicas son utilizadas para evaluar las concentraciones y la duración de la exposición a estos agentes químicos necesarios para producir un efecto

²⁷ SILBERGELD, Ellen Op. Cit. pp 33,4

²⁸ *Ibíd.*, 33,4

²⁹ BAILÓN, R. Ingeniería del conocimiento y vigilancia tecnológica aplicada a la investigación en el campo de los tensoactivos: Desarrollo de un Modelo Científico unificado. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería química, 2003. pp. 106.

predeterminado o sea una prueba toxicológica es desarrollada para mensurar el grado de respuesta producida por un nivel específico de estímulo y la concentración del compuesto en estudio. La evaluación toxicológica de las aguas residuales mediante organismos acuáticos ha demostrado ser de utilidad en la cuantificación de los efectos tóxicos producidos por estas mezclas complejas de contaminantes, estas evaluaciones permiten detectar efectos que no son estimados a través de la caracterización físicoquímica de los efluentes³⁰.

De acuerdo con la EPA³¹, se utilizan los ensayos de toxicidad como métodos alternativos y complementarios para la caracterización de las aguas, en donde los bioensayos con diferentes organismos de la cadena trófica, se utilizan como una herramienta técnica para el control y monitoreo de la contaminación ambiental, en programas de reducción de la toxicidad de efluentes industriales y en evaluación de la toxicidad de productos puros, entre otros, con esto, se permite evaluar si el efecto de la mezcla de contaminantes con el agua o su presencia en el sedimento, es capaz de causar mortalidad en un organismo de prueba sensible a partir de la determinación de la concentración letal mediante la exposición a una serie de diluciones de la muestra, logrando estimar así el riesgo potencial de los contaminantes en las comunidades acuáticas.

Los bioensayos eco-toxicológicos son complementarios a los resultados de los parámetros físicos y químicos estos son utilizados en el monitoreo y control de las perturbaciones del ambiente acuático, además se pueden emplear como indicadores para designar puntos clave o “*hot spots*” durante un programa de monitoreo ambiental, por otra parte, la selección de las especies de prueba está determinada por su relevancia, prevalencia, accesibilidad, facilidad de mantenimiento, relación costo-eficacia y facilidad para observar y cuantificar³².

Según Zanuzzi³³, los bioensayos de toxicidad son experimentos que permiten evaluar el grado de toxicidad de una sustancia química, un efluente o cuerpo de agua entre otros, empleando organismos vivos, las pruebas de toxicidad pueden ser de dos tipos: agudas o crónicas. Dentro de estas pruebas, se encontró las pruebas estáticas sin renovación, donde los organismos de ensayo se exponen a

³⁰ SÁENZ, M, TORTORELLI, M, FREYRE, R, En: Evaluación de la fitotoxicidad de efluentes industriales. Limnetica. Asociación Española de Limnología, Madrid. Spain. ISSN: 0213-8409.2003 P138

³¹ ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Air pollution control cost manual: Section 4, Chapter 2. USA: Office of Air Quality Planning and Standards, 2002. Cited 23 July 2012. Available from Internet: <<http://www.epa.gov/ttn/catc/dir1/cs4-2ch2.pdf> >

³² JIANGNING, C.; HONGXIA Y.; YING, L.; WEI, J.; JIE, JUNFENG, Z. and ZICHUN, H. Ecotoxicological evaluation of 4-aminobiphenyl using a test battery. 58 ed. Ecotoxicol. Environ. Saf., 2004. p. 77.

³³ ZANUZZI, A.; PIEROTTO, M. y PROSPERI, C. Laboratorio de Hidrobiología. 2ª. ed. Montería, Colombia: Universidad de Córdoba, 2005. pp. 95.

la misma solución de ensayo durante la realización de la prueba y las pruebas estáticas con renovación, donde los organismos de ensayo se exponen a una solución recién preparada de la misma concentración de muestra cada 24 horas u otro intervalo prescrito, ya sea mediante la transferencia de los organismos de una cámara de ensayo a otra, o mediante la sustitución de todo o una porción de la solución en las cámaras de ensayo. La selección del tipo de prueba dependerá de los objetivos, los recursos disponibles, los requisitos de los organismos de prueba y las características de los efluentes.

De acuerdo con Ferreira³⁴. Los ensayos de toxicidad acuática, son utilizados en una variedad de propósitos entre los cuales se incluye:

- Las condiciones ambientales del medio ambiente para la vida acuática y padrones de lanzamiento de efluentes.
- Variables ambientales favorables o no favorables tales como la calidad del agua.
- Efectos de las variables ambientales en presencia de residuos tóxicos.
- La toxicidad de residuos en determinadas especies.
- La sensibilidad relativa de organismos acuáticos en un efluente o un compuesto o sustancia tóxica.
- Tipo de extensión que un tratamiento de residuos necesita para alcanzar los límites o requerimientos del control de contaminación acuática.
- Eficacia de métodos de tratamiento de residuos.

Se puede considerar que los efectos tóxicos pueden incluir tanto la letalidad (mortalidad) y efectos subletales, como alteraciones en el crecimiento, desarrollo, reproducción, patología, bioquímica, fisiología y comportamiento, estos pueden ser expresados a través de criterios mensurables como el número de organismos muertos, porcentaje de ovas anormales, alteraciones en el tamaño y peso, porcentaje de inhibición de enzimas, incidencia de tumores entre otros. Los efectos de toxicología acuática dependen de la exposición a la sustancia o compuesto químico, de la susceptibilidad del organismo, de las características químicas del agente y de los factores ambientales³⁵.

De acuerdo con la EPA³⁶, dependiendo de los objetivos que se tengan en cada ensayo, la forma en la cual estas pruebas se pueden expresar, ya sea en términos de concentración efectiva (CE), letal (CL), que causen un efecto en un porcentaje establecido de la población, por ejemplo la CL₅₀ es la concentración de una sustancia que podría causar la reducción del 50% de la población de prueba.

³⁴ FERREIRA Carla, Op., Cit. pp.9.

³⁵ RAND, G. and PETROCELLI, S. Fundamentals of aquatic toxicology. En: Washington, Publishing Hemisphere, 1985. pp. 26.

³⁶ ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluents and receiving waters to freshwater organisms. 3 ed. USA: Environmental Protection Agency, Environmental Monitoring Systems Laboratory, 1994. pp. 15.

Otra manera de expresarlo es a través del NOEC, concentración a la cual no se observa ningún efecto y el LOEC, que corresponde a la concentración más baja que cause efectos adversos a los organismos de prueba.

Rodriguez et. al³⁷ afirma que la toxicología acuática causa anomalías en el crecimiento y reproducción de las especies, algunos autores sugieren que cuando las especies de peces están bajo presión ambiental, compensan y tratan de asegurar la supervivencia de la especie a través de una maduración sexual más temprana. Tamaño pequeño y la maduración sexual prematura reportados en capitán (*Eremophilus mutisii*), debido a la contaminación y otros cambios ambientales en su hábitat.

El CETESB³⁸, sostiene que las descargas indiscriminadas de detergentes en las aguas naturales conllevan a problemas de orden ambiental, provocados por la formación de espumas. Uno de los casos más críticos de formación de espumas ocurre en el Municipio de Pirapora de Bom Jesus, en el Estado de São Paulo, localizado en las márgenes do río Tietê, encontrado en la Región Metropolitana de São Paulo, recibe sus aguas residuales en gran parte, sin tratamiento, la existencia de corrientes lleva al desprendimiento de espumas que forman continuamente capas de por lo menos 50 cm sobre el lecho del río, además de eso, los detergentes pueden ejercer efectos tóxicos sobre los ecosistemas acuáticos. El tensoactivo LAS ha sido sustituto progresivamente del ABS, por ser considerados biodegradables, en el Brasil esta sustitución ocurrió a partir del inicio de la década de los 80 y son utilizados en ensayos padrón de biodegradabilidad, este efecto no es conocido de forma segura, por esta razón los ensayos de toxicidad con organismos acuáticos son priorizados en los programas de control de contaminación, los detergentes también han sido responsabilizados por la aceleración de la eutrofización.

Así mismo Penteado et. al³⁹, señala que en el Brasil la producción de detergentes sintéticos ha crecido expresivamente, llegando a lanzar al mercado cerca de 220 mil toneladas/año de LAB y 80 mil toneladas al año de LAS, esta producción representa cerca de 10% de la producción mundial y coloca al Brasil entre los principales productores mundiales. A pesar del consumo creciente de detergentes en el Brasil, la falta de tratamiento de las aguas de uso doméstico en las regiones urbanas ha causado efectos ambientales indeseables, como la formación de espumas en los ríos, provenientes de productos de limpieza. En ese sentido, el río Tietê, un río de grande extensión que atraviesa la región metropolitana de la ciudad de São Paulo, recibe el aporte de la descarga indiscriminada de aguas contaminadas, sufriendo un fuerte impacto antropogénico; la legislación brasileira

³⁷ RODRIGUEZ, A; GONZÁLEZ, J; SUÁREZ, R., Op cit., p. 7.

³⁸ CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo. 2009 pp. 28

³⁹ PENTEADO J.C, EL SEUD O.A Y CARVALHO L. Op. Cit. p. 1042.

presenta el decreto N°79094 de 1977, que prohíbe la fabricación, comercialización o importación de tensoativo aniónico no biodegradable, es así como la resolución normativa N°1 de 1978, define los tipos de detergentes y sus constituyentes. Por otro lado, la comunidad económica Europea tiene una reglamentación más completa para detergentes EC N° 648 del 2002, con actualización de la norma en marzo de 2004, listando los tensoativos y detergentes con especificación de biodegradabilidad, rotulado del producto, informaciones de seguridad y descripción de las pruebas realizadas en el producto⁴⁰.

Según la Resolución N° 357, de 17 de marzo de 2005, del Concejo Nacional del Medio Ambiente⁴¹ (CONAMA), pasó a considerar el parámetro de toxicidad para el lanzamiento de efluentes en cuerpos receptores. El Artículo N° 4 clasifica las aguas dulces en clase especial: aguas destinadas al abastecimiento para consumo humano, la preservación del equilibrio natural de las comunidades acuáticas y la preservación de los ambientes acuáticos en unidades de conservación de protección integral, en la verificación de efecto tóxico crónico en organismos, comprobando mediante la realización de ensayo eco-toxicológico, materiales fluctuantes, inclusive espumas no naturales deben estar ausentes. DBO 5 días a 20°C hasta 3 mg/L, el oxígeno disuelto (O₂), en cualquier muestra, no inferior a 6 mg/L, pH de 6,0 a 9,0, parámetros orgánicos, sustancias tensoactivas LAS 0,5 mg/L; en el artículo 34, párrafo 1° establece que el efluente no causará efectos tóxicos a los organismos acuáticos, de acuerdo con los criterios de toxicidad establecidos por el órgano ambiental competente.

Aunque la norma exige, que las sustancias tensoactivas LAS deben estar por debajo de 0,5 mg/L, en los lugares donde no existen plantas de tratamiento de aguas residuales, sobre todo en las diferentes poblaciones rurales, no acogen la norma, además implementar un sistema de tratamiento en todos los estados, significaría una inversión cuantiosa de recursos económicos.

Según Cubas⁴², el lanzamiento de aguas residuales domésticas y urbanas en los cursos de agua, causa serios problemas de calidad de agua de manantiales en muchas ciudades, una de las formas de combatir la contaminación es realizar un adecuado tratamiento de los efluentes domésticos. Diversos métodos son aplicados para el tratamiento de efluentes domésticos, como filtro biológico, lodo activado, reactor anaerobio, lagunas anaerobias, aeróbicas y facultativas. El tipo de tratamiento de efluente a ser adoptado es definido con base en la eficiencia, de costo versus beneficio, volumen del efluente a ser tratado, disponibilidad de espacio y de tiempo. Los tratamientos de efluentes pueden ser divididos en

⁴⁰ PENTEADO J.C, EL SEUD O.A Y CARVALHO L. Op. Cit. p. 1042.

⁴¹ CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), Resolução no 357, de 17 de março de 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, Brasil. p. 58-63

⁴² CUBAS Karina., Op. Cit, pp 12.

tratamiento preliminar, primario, secundario y avanzados, como se describen a continuación

Es así como el tratamiento preliminar comprende la remoción de sólidos gruesos que pueden causar problemas en las unidades de tratamiento siendo utilizado en esa etapa grades, desarenadores y flotadores. El tratamiento primario corresponde a la etapa en que parte de los sólidos suspendidos y la materia orgánica son eliminados a través de procesos físicos, como, por ejemplo, la sedimentación en decantadores.

La etapa de tratamiento secundario tiene como objetivo la remoción de sólidos en suspensión y de materia biodegradable con la utilización de procesos biológicos como, por ejemplo, lodos activados y sistema de lagunas y por último el tratamiento avanzado de efluentes es usado para remover contaminantes pudiendo envolver procesos como el uso de carbón activado.

En Brasil, de los sistemas de tratamiento de efluentes domésticos existentes, el 23,5% utiliza sistema de filtro biológico, el 16,4% lodos activados, el 21,4% utiliza reactor anaerobio, el 22,1% lagunas anaerobias y el 27,1% lagunas facultativas⁴³.

2.3 ESTRÉS EN PECES

Barandica y Tort⁴⁴, afirman que el estrés se puede definir como cualquier situación que somete al organismo a unas condiciones fuera del rango fisiológico estable o normal como enfermedades, cambios extremos en las condiciones medio ambientales, entre otras, siendo una situación en la cual el equilibrio homeostático es modificado como consecuencia de la acción de un estímulo intrínseco o extrínseco al animal, denominado agente estresante. El animal responde mediante una serie de reacciones de comportamiento y/o fisiológicas con objeto de compensar y adaptarse a la nueva situación. El conjunto de cambios que genera la situación de estrés como respuesta a dicha situación se conoce genéricamente como síndrome de adaptación general (SAG), a continuación se presenta las fases de la activación del sistema de respuesta.

- La primera reacción del animal, es intentar huir o enfrentar el peligro, lo cual activa un amplio rango de funciones fisiológicas como la activación motora, ritmo cardiaco, flujo sanguíneo hacia los órganos más activos cerebro, corazón y músculos esqueléticos. El Flujo sanguíneo hacia las branquias y estímulo de la captación de oxígeno, también se aumenta la tasa metabólica basal e intermedia.

⁴³ CUBAS Karina., Op. Cit., pp 13

⁴⁴ BARANDICA Lilian y TORT Luis. Neuroendocrinología e inmunología de la respuesta al estrés en peces, Revista. Académica. Colombiana de Ciencias, ISSN 0370-3908, 2008, p.267, 269

- Fase de resistencia, Continúa el estrés, el animal trata de adaptarse a la nueva situación, a los niveles de las catecolaminas adrenalina y noradrenalina vuelven a valores normales y se libera el cortisol.
- Fase de agotamiento. Se mantiene la situación de estrés y los niveles de cortisol durante un período específico; la activación del metabolismo interfiere con los demás procesos fisiológicos y pueden llegar a ser letales para el animal.

Flores⁴⁵ sostiene que el cortisol es el principal corticosteroide de los teleósteos y sus concentraciones se elevan marcadamente en situaciones de estrés. El cortisol es sintetizado en células interrenales, situadas en la porción cefálica del riñón, el riñón de los peces es un órgano mixto, compuesto por elementos hematopoyéticos, reticuloendoteliales, endócrinos y excretorios, que participan en la osmoregulación tal como afirma Flores⁴⁶.

De acuerdo con Ocampo et. al⁴⁷, el síndrome general de adaptación está determinado por la respuesta de los organismos, al medio que los rodea, el estrés agudo o letal, ocurre rápidamente como respuesta a perturbaciones a corto plazo, tales como derrames de sustancias químicas o cambios radicales en los factores ambientales, como en el oxígeno disuelto; los efectos incluyen solo parte del ciclo vital del organismo. El estrés crónico o subletal es más común porque los efectos adversos se manifiestan primero a nivel del suborganismo y resulta de exposiciones continuas o periódicas a bajos niveles de estrés, los efectos que se producen a largo plazo incluyen el ciclo de vida completo del organismo; el estrés crónico puede subdividirse en componentes directos e indirectos; los efectos directos son metabólicos y afectan los componentes funcionales de la células, tales como las enzimas y las membranas o modifican funciones como la respiración, circulación, respuesta inmune, osmorregulación y regulación hormonal, mientras que los efectos indirectos pueden considerarse como modificaciones de actividades conductuales como alimentación, reproducción y capacidad de competencia.

De la misma manera Rodríguez⁴⁸ explica que el estrés es una respuesta metabólica de los organismos vivos ante un estímulo que puede ser físico o químico tal como abatimiento de oxígeno, cambios de pH, excesiva cantidad de materia orgánica, nitritos, que traen como consecuencia alteraciones en la

⁴⁵ FLORES Carolina. Respuestas neuroendócrinas al estrés en peces teleósteos. Revista de ictiología, ISSN 0327-6090 2002 p.61.

⁴⁶ FLORES Carolina. Respuestas neuroendócrinas al estrés en peces teleósteos. Revista de ictiología, ISSN 0327-6090 2002 p.61.

⁴⁷ OCAMPO Ana., CAMBEROS Luis. Diagnóstico de estrés en peces. Universidad Nacional Autónoma de México. Revista Redalyc ISSN: 0301-5092. México D.F. 1999. p. 338

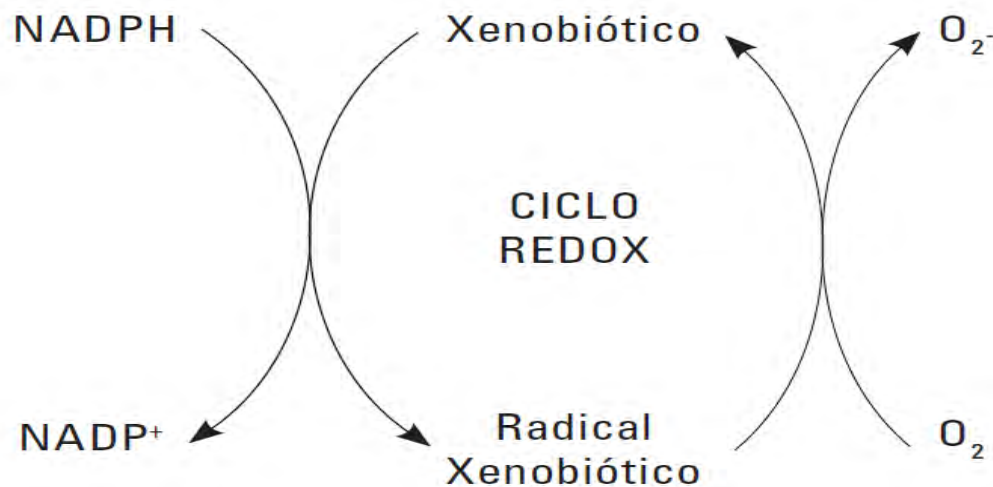
⁴⁸ RODRÍGUEZ M., RODRÍGUEZ D., CÁZARES, MONROY Y., MATA J., En: Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Editorial CONAPESCA. 2001 p. 4(p14)

fisiología de los peces, como el aumento en el ritmo cardíaco y frecuencia respiratoria, absorción deficiente de nutrientes, disminución en la formación de anticuerpos y en la regeneración de tejidos.

Según Ocampo y Camberos⁴⁹, los diferentes tipos de estrés, observados en los peces son; el estrés social debido a las altas densidades de población; estrés físico, causado por cambios en la temperatura, oxígeno y pH del agua; estrés químico, debido a contaminantes endógenos y exógenos; estrés traumático causado por el canibalismo o por elementos físicos peligrosos dentro del hábitat y estrés nutricional, por deficiencias o excesos de algún nutrimento en la dieta.

Ochoa y González afirman que el estrés oxidativo inducido por diversas clases de contaminantes, como mecanismo de toxicidad, ha sido un foco de interés en el campo de la toxicología acuática y ambiental durante la última década, numerosas evidencias indican que muchos de estos agentes contaminantes al llegar a los cuerpos de agua pueden desencadenar el proceso de estrés oxidativo en organismos que allí habitan y son responsables de efectos en células y tejidos. El estrés oxidativo se genera cuando existe una sobrecarga en la formación de radicales libres, la cual no es debidamente compensada por los mecanismos de defensa antioxidante que posee el organismo. En la Figura 1 se describe el proceso oxidativo en peces inducido por contaminantes ambientales⁵⁰.

Figura 1. Estrés oxidativo en peces.



Martínez-Cayuela, citado por Ochoa y González⁵¹.

⁴⁹ OCAMPO Ana., CAMBEROS Luis. Op. Cit., pp. 337.

⁵⁰ OCHOA D., GONZÁLEZ J., En: Estrés oxidativo en peces inducido por contaminantes ambientales. Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. p 115, 117. (p. 115-126).

⁵¹ Ibid., p.117.

Así mismo Ochoa y Gonzales⁵² manifiestan el efecto tóxico del xenobiótico LAS, que está mediado por la formación de especies reactivas de oxígeno, un xenobiótico es capaz de inducir estrés oxidativo como resultado de un proceso cíclico de oxidación-reducción (ciclo redox) en el cual, al ser biotransformado, sufre la reducción por un electrón donado por el NADPH, la mayor fuente de equivalentes reducidos, transformándose luego en un intermediario o especie reactiva que puede ser un radical libre; esta especie reactiva, al intentar recuperar su configuración original, busca transferir o donar su electrón no apareado al oxígeno (O₂), así el O₂ se reduce transformándose en el anión superóxido (O₂^{·-}) con la consecuente regeneración del componente parental. El O₂^{·-} reacciona a su vez con otras moléculas o consigo mismo y genera el radical hidroxilo (OH[·]) que mediante una serie de reacciones en cadena y la capacidad de oxidar macromoléculas, pudiendo ocasionar la muerte celular.

2.3 TENSOACTIVOS

Leite⁵³ explica que el tensoactivo típico es una molécula anfipática, es decir una composición donde hay dos zonas bien distintas: una hidrófila (extremidad polar que interacciona fuertemente con las moléculas de agua), otra hidrófoba (cadena apolar de hidrocarburo que interacciona débilmente con las moléculas de agua); esta cadena alquílica (parte hidrófoba) está constituida básicamente por 12-20 átomos de carbono, pudiendo ser hidrogenada, lineal o ramificada, conteniendo o no doble enlace. Los grupos hidrófilos, pueden diferir bastante en su naturaleza química, pudiendo ser no iónicos, iónicos catiónicos o aniónicos y anfóteros.

Según Filipe⁵⁴, los tensoactivos aniónicos son los más ampliamente utilizados a escala mundial. Se diferencia del resto, ya que la zona polar de este tipo de sustancias está cargada negativamente. El contraión normalmente sodio, potasio o iones amonio ejercen una escasa influencia sobre las propiedades superficiales de estas sustancias.

Es así como Leite⁵⁵ afirma que Los detergentes modernos, tanto líquido como en polvo, contienen entre un 5-20% en peso de tensoactivos. De esta manera, una concentración de detergente doméstico de 5 g/L, originará un agua de lavado con un gramo de tensoactivo por cada litro, las disoluciones empleadas para el lavado contienen como máximo una concentración de LAS de 2,2 g/L.

⁵² *Ibíd.*, p.117.

⁵³ LEITE, M. Estudio del comportamiento ambiental del sulfonato de alquilbenceno lineal (LAS) en una parcela agrícola de la vega de granada. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Química. 2007. p16.

⁵⁴ FILIPE, E.J. En: Coloquio de Ciencias Nº 18 Quando as moléculas organizam- se: Micelas e outras estruturas supramoleculares., Fundação Calouste Gulbenkian, 1996. p. 25-38.

⁵⁵ LEITE, M., *Op cit.*, p. 28

De la misma manera el anterior autor manifiesta que, la clasificación de los tensoactivos puede realizarse atendiendo a la naturaleza de su grupo hidrófilo. Así se puede clasificar en tensoactivos no iónicos, catiónicos, aniónicos y anfóteros.

Tensoactivos aniónicos, son los tensoactivos más ampliamente utilizados a escala mundial, se diferencian del resto, ya que la zona polar de este tipo de sustancias está cargada negativamente. El contraión normalmente sodio, potasio o iones amonio ejercen una escasa influencia sobre las propiedades superficiales de estas sustancias. Hoy en día este grupo polar negativo suele ser un grupo sulfato o sulfonato, como en el caso del tensoactivo LAS; aunque, tradicionalmente consistían en grupos carboxilato presentes en los jabones que se sintetizaban a partir de sebo de animales. Dentro de este grupo hay una subdivisión ya que se pueden encontrar tensoactivos aniónicos como los jabones, los sulfonatos de alquilbenceno de cadena lineal (LAS), los alcoholes etoxisulfatos (AES) y los alcoholes sulfatos (AS)⁵⁶.

“Los inconvenientes de los jabones tradicionales son que forman compuestos insolubles con las sales cálcicas y magnésicas debidas a la dureza del agua, lo que dificulta enormemente su acción detergente, provocando incrustaciones e impidiendo su biodegradabilidad”⁵⁷.

Entre los tensoactivos aniónicos, el sulfonato de alquilbenceno lineal es uno de los más ampliamente utilizados en el mundo. El LAS presenta un proceso de fabricación a partir de tecnologías petroquímicas ampliamente establecidas, su comportamiento tensoactivo se debe a su carácter anfipático, es decir, a la diferente solubilidad que poseen las dos partes principales de que consta su molécula, una parte hidrófila que consiste en un grupo polar sulfónico polar ($-SO_3$) unido al benceno; respecto a la parte hidrófoba, ésta consiste en una cadena alquílica lineal de longitud variable y a la que se une el anillo bencénico en distintas posiciones⁵⁸.

“La mezcla comercial de LAS contiene una serie de homólogos que difieren en la longitud de la cadena alquílica, siendo los más habituales los comprendidos entre 10 y 13 átomos de carbono y a su vez cada uno de ellos es una mezcla de isómeros surgidos en función de la distinta posición en la que el anillo bencénico está unido a esta cadena lineal”⁵⁹, en la Figura 2, se muestra la composición química de sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal.

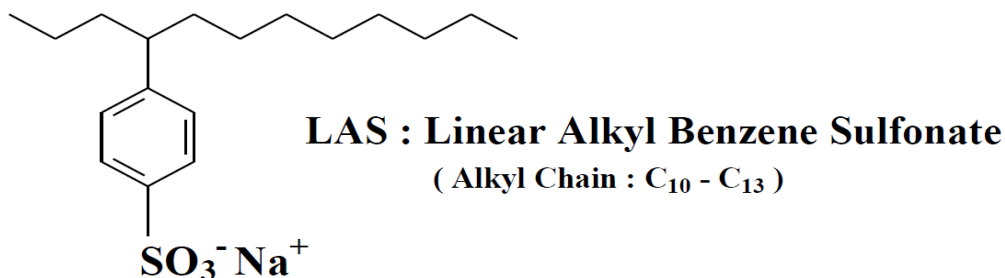
⁵⁶ *Ibíd.*, p.17

⁵⁷ *Ibíd.*, p. 18

⁵⁸ *Ibíd.*, pp. 18,19.

⁵⁹ *Ibíd.*, p. 19

Figura 2. Ejemplo de la composición química de LAS.



LEITE, M. Estudio del comportamiento ambiental del sulfonato de alquilbenceno lineal (LAS)⁶⁰.

Esquematización gráfica del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, normalmente se abrevia como 3ØC12.

“Otros ejemplos de tensoactivos aniónicos son los alcoholes sulfatos grasos de cadena larga, obtenidos a partir de alcoholes grasos. Estos tensoactivos son utilizados extensivamente en productos de higiene personal como pastas de dientes, aunque también se utilizan en detergentes en polvo, compactos y tabletas”⁶¹.

2.4 ANTECEDENTES SOBRE LOS DETERGENTES

La limpieza es una actividad común a todos los seres vivos. En el caso de la especie humana ha evolucionado con el transcurso del tiempo permaneciendo unida y caracterizando a las diversas civilizaciones y culturas que han buscado aditivos que mejorasen la capacidad limpiadora del agua⁶²; durante los siglos XVIII y XIX, la industria de los jabones sufrió un extraordinario desarrollo, ampliando la oferta a productos con distintas formas y variedades como los jabones duros, blandos y perfumados. Debido a estos avances en la tecnología y en la fabricación con reducción de sus costos, hubo una mayor producción y consumo de estos productos, ocasionando una mejora en la higiene personal⁶³.

Los relevantes progresos logrados por la humanidad gracias a la Medicina, a la Química y en gran medida a los hábitos higiénicos, condujo en los años 50 al desarrollo de nuevos productos de origen sintético con propiedades deterativas basados en el alquilbenceno ramificado (BAB), Del inglés Branched Alkylbenzene. Este producto una vez sulfonado, origina el

⁶⁰Ibíd., p. 19

⁶¹Ibíd., p. 19

⁶²Ibíd., p. 09

⁶³Ibíd., p 12

sulfonato de alquilbenceno ramificado (BABS), Del inglés Branched Alkylbenzene Sulphonate, ya satisfacía la demanda del 60% del mercado mundial en 1950, pues presentaba unas propiedades deterativas muy buenas, aunque no exhibía un adecuado comportamiento con el medio ambiente⁶⁴.

Este problema propició el desarrollo del alquilbenceno lineal (LAB), del inglés Linear Alkylbenzene, a principios de los 60. El producto lineal, tras ser sometido a un proceso de sulfonación, mantenía las excelentes propiedades deterativas del sulfonato de alquilbenceno ramificado y además se biodegradaba fácil y rápidamente. De esta forma nació el sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal (LAS), del inglés Linear Alkylbenzene Sulphonate, el tensoactivo sintético de mayor producción mundial⁶⁵.

En el estudio preliminar “Efecto del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal sobre la supervivencia de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*)” realizado por Imués et. al.⁶⁶, se mostró una mortalidad media (53,33%) cuando se adicionó LAS en proporción de 1,1 g/L de agua y mortalidad total cuando la adición fue de 2,2 g/L, en contraste con el grupo control (sin LAS), donde la supervivencia fue de 100%, observando una tendencia, en la cual aumenta la mortalidad a medida que la dosis de detergente se incrementa, siendo letal cuando la concentración es la más alta.

Según Penteado⁶⁷, la producción de un tonelada de LAS consume 481 kg de aceite no refinado, 100 kg de azufre y 99 kg de clorato de sodio consumiendo una energía de 61 GJ por otro lado, el LAS posee elevada tasa de toxicidad, entre los 39 componentes que son utilizados en la formulación de los detergentes domésticos, se verificó que los tensoactivos son responsables por 10,4 a 98,8% de la toxicidad medida en la Figura 3, se muestra el procesamiento de fabricación del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal.

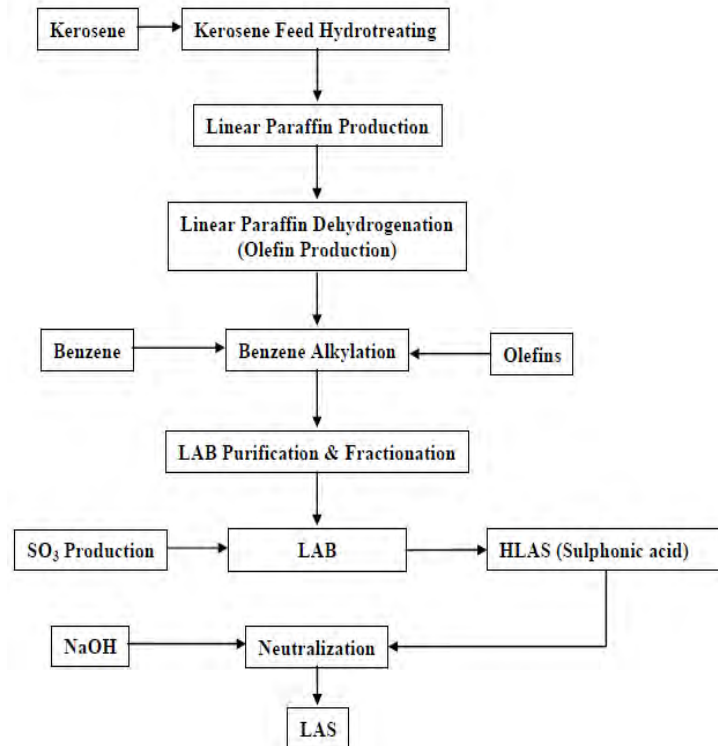
⁶⁴ Ibíd. ,p.15

⁶⁵ Ibíd., p. 15

⁶⁶ IMUÉS. M.; GUERRERO C., MORA. A.; LASSO. A.; Efecto del sulfonato de alquilbenceno sobre la supervivencia de la cachama blanca (*Piaractus brachypomus*). En: Revista Investigación Pecuaria. 2013. p88 – 89.

⁶⁷ PENTEADO J.C, SEUD O.A Y CARVALHO L, Op cit ., pp 1039.

Figura 3. Procesamiento de fabricación de LAS



(EPA) Environmental Protection Agency, United States ⁶⁸.

La EPA⁶⁹, describe el proceso de fabricación del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal; este es elaborado a partir del queroseno, luego este sufre un hidrotatamiento, convirtiéndose en la producción de parafina lineal, esta es deshidrogenada produciendo olefinas, las olefinas se mezclan con el benceno, produciendo como resultado la alquilación del benceno, posteriormente se forma el LAB (Linear Alkylbenzene) el cual necesita de un proceso de purificación y fraccionamiento, entonces el LAB es sometido a un proceso de sulfonación mediante el SO₃, obteniéndose así el sulfonato ácido de alquilbenceno que es neutralizado para convertirse en el sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, que es una sal, conformada por un ácido débil y una base fuerte, que al ser disuelto en el agua, causa cambios en el pH, alcalinidad, dureza del agua y en la cantidad de sulfatos.

⁶⁸ UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). LAS Linear Alkylbenzene Sulphonate (CAS No. 68411-30-3). Revised ENVIRONMENTAL Aspect of the Report (2013). p 9.(p.56)

⁶⁹ Ibíd. p9.

Scott et. al⁷⁰, reporta un estudio, sobre el tensoactivo LAS (C₁₂) en trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) y en carpa (*Cyprinus carpio*), para determinar el factor de bio-concentración (FBC), mediante células hepáticas en un análisis, in vitro, donde se obtuvo como resultado un FBC de 56 a 98, también mencionan a Peajes, quien realizó un estudio sobre éste mismo xenobiótico, sobre *Pimephales promelas*, obteniendo un FBC de 47,6 a 168,4. El REACH (Registro, DE Evaluación y Autorización de Sustancias Químicas), en el marco regulatorio para los productos químicos en la Unión Europea, una sustancia química se considera bioacumulativa, si el FBC es mayor que 2000, y muy bioacumulativas, si la FBC es mayor de 5.000. Además, productos químicos con un FBC de 100 se los caracteriza como R-53, lo que indica el potencial de largo plazo de los efectos negativos bioacumulativos en el medio ambiente acuático, los autores afirman que el LAS, puede catalogarse como un R-53.

En un estudio realizado por Kimerle et.al⁷¹, se midió el potencial de bioconcentración del agente tensoactivo del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal (LAS C₁₄) en diversos tejidos sobre *Lepomis macrochirus*, se determinó durante 35 días continuos de exposición a una concentración media medida de 0,5 (± 0,05) mg/L, al final se establecieron los factores de bioconcentración (FBC), como se muestran a continuación, la cantidad máxima de LAS que podrían estar presente, el cuerpo del pez 104(FBC), en el músculo 36 (FBC), El sitio de mayor concentración de LAS fue, la vesícula biliar con un FBC de aproximado de 5000, el hígado branquias y vísceras varió de 84 a 263, se observó que la actividad de tejidos y órganos disminuyó sustancialmente, los autores justifican la mayor bioacumulación en la vesícula biliar debido a que los peces tienen las sales biliares que funcionan como agentes emulsionantes de grasa para ayudar en la transporte de lípidos a través de las paredes celulares intestinales, también ayudan a ajustar el tracto digestivo para el correcto funcionamiento de la alcalinidad para ayudar a las enzimas digestivas, es posible que una vez que una molécula de tensoactivo es absorbido, podría ser fisiológicamente identificado como una sal biliar.

En cuanto a la biodegradación del tensoactivo LAS, esta se define como la ruptura molecular de sustrato orgánico, resultante de la acción enzimática de microorganismos vivos que utilizan este sustrato como alimento; esta se presenta en diferentes pasos, biodegradación primaria, en el caso de los tensoactivos está relacionada con la pérdida de capacidad para formar espumas o con la reducción superficial, la segunda etapa es la biodegradabilidad avanzada, se alcanza cuando la molécula, pierde la

⁷⁰ Scott Dyer , Bernhard Mary, Cowan Christina, Perdu Elisabeth, Demmerle Susanne, Cravedi Jean .In vitro biotransformation of surfactants in fish. Part I: Linear alkylbenzene sulfonate (C₁₂-LAS). Elsevier Chemosphere, 2008. p 862.

⁷¹ KIMERLE Richard, MACEK Kenneth, HASBROUCH Bebie, BURROWS Michael. Bioconcentration of linear alkylbenzene sulfonate LAS in bluegill (*Lepomis macrochirus*). Water research Vol. 15. 1981 Gran Bretaña. p.251,256 (251-256)

capacidad detergente, la tercera es la biodegradación final o última, es la que a través de ataques enzimáticos, reduce el sustrato a la estructura más simple posible, algunas bacterias capaces de degradar los tensoactivos son: las pseudomonas y aerobacterias, moraxella aislada de lodos, uno de los problemas del tensoactivo aniónico LAS, en las aguas es el aumento del pH, en presencia de aguas duras, los tensoactivos tienden a precipitarse⁷².

2.5 GENERALIDADES DE *Rhamdia quelen*

Esta especie pertenece a la familia *Pimelodidae*, sus especies son todas de piel desnuda y cuerpo alargado, con tres pares de barbicelos; un par maxilar y dos mentonianos, boca terminal provista de almohadillas de dientes viliformes salvo en muy pocos géneros como *Callophysus*, de hábitos carroñeros con dientes cortantes en hilera; el primer radio de las aletas dorsal y pectorales en general es una espina dura, acerrada o no, con frecuencia punzante y venenosa. La aleta adiposa es larga y carnosa, la mayoría de los pimelodidos prefieren los ríos a las lagunas, son en general peces de fondo, de hábitos nocturnos y con un tipo de alimentación bastante variado pueden ser carroñeros, coprófagos, carnívoros u omnívoros, no existen especies exclusivamente vegetarianas. Muchos de estos migran aguas arriba durante el periodo de sequía y se reproducen en los ríos, los hay desde tamaños diminutos hasta peces muy grandes que sobrepasan los dos metros muchos de ellos de importancia comercial y de consumo⁷³.

Carvalho⁷⁴, citando a Silfvergrip, realizó una amplia revisión taxonómica del género basada en caracteres de la morfología interna y concluyó que el género *Rhamdia* pertenece a la siguiente división taxonómica:

⁷²CANTARERO Antonio., En: Determinación de tensoactivos aniónicos en matrices ambientales, comportamiento del jabón en una parcela agrícola. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Departamento de química analítica Editorial Universidad de Granada ISBN 978-84-693-1319., 2010.pp.33,34,35.

⁷³ GALVIS .G., MOJICA J., DUQUE S., CASTELLANOS C., DUARTE S., ARCE M, GUTIÉRREZ A., JIMÉNEZ L., SANTOS M., VEJARANO. S., ARBELÁEZ F., PRIETO E., LEIVA M., En: Peces del medio Amazónas Región de Leticia. Serie de guías tropicales de campo No 5. Conservación Internacional. Editorial Panamericana, Formas e impresos. Bogotá Colombia.2006. pp. 276,277

⁷⁴ GOMES L., GOLOMBIESKI J., GOMES A., BALDISSEROTTO. B., En: BIOLOGY OF *Rhamdia quelen* (TELEOSTEI, PIMELODIDAE). Ciência Rural, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 179-185, 2000, ISSN 0103-8478. pp. 179.

Clase *Osteichthyes*
 Sub-clase *Teleostei*
 Orden *Siluriformes*
 Familia *Pimelodidae*
 Género *Rhamdia*
 Especie *Quelen*

“El *Rhamdia quelen*, importante pez de agua dulce cultivado en el sur del Brasil Fukushima⁷⁵, “es encontrado desde el sudeste de México, al norte y centro de Argentina”⁷⁶; Silfvergrip, citado por Canton⁷⁷, relató que el género *Rhamdia* es constituido por 11 especies y que, para la especie *R. quelen*, son descritas 49 sinonímias.

R. quelen puede alcanzar los 50 cm de talla y 3 kg de peso con hábitos nocturnos habita lugares de aguas tranquilas y profundas de los ríos, es una especie euritermica, es un pez omnívoro con tendencia piscívoro. En la naturaleza los cardúmenes desovan en agua limpia, poco correntosa y en fondo pedregoso, no presenta cuidado parental posee dos picos reproductivos por año uno en verano y otro en la primavera y tiene desove múltiple, en la inducción presenta buenos resultados con Extracto Hipofisiario de Carpa (EPC), el desenvolvimiento embrionario es rápido se presenta de 3 a 5 días⁷⁸.

Es así como Ghiraldelli⁷⁹, citando a Fracalossi, ésta especie (*R. quelen*) ha despertado grande interés en los piscicultores de la región sur del Brasil, por la resistencia al manejo, facilidad de reproducción y larvicultura, crecimiento acelerado, inclusive en los meses más fríos, buena eficiencia alimentaria y carne sin espinas intramusculares.

⁷⁵ FUKUSHIMA, H.; BAILONE, R.L. WEISS, L.A.; MARTINS, M.L.; ZANIBONI-FILHO, E. Triploidy in the hematology of jundiá juveniles (Siluriformes: Heptapteridae). Brazilian Journal of Biology (Impresso), v. 72, p. 147-151, 2012

⁷⁶ BALDISSEROTTO., B. RANDUNZ., N. BARCELLOS.,L. En: Espécies Nativas para piscicultura en el Brasil. Jundiá (*Ramdia* sp.). 2da Edición Revista Ampliada. Editorial:UFMS Santa María 2013.pg. 301

⁷⁷ CANTON; R. WEINGARTNER; M. MACHADO FRACALLOSSI, ZANIBONI E.,. Influência da freqüência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. [Revista Brasileira de Zootecnia](#) ISSN 1806-9290 R. Bras. Zootec. vol.36 no.4 Viçosa July/Aug. 2007 pp..

⁷⁸ GOMES L., GOLOMBIESKI J., GOMES A., BALDISSEROTTO. B . Op. Cit., pg. 180.

⁷⁹ GHIRALDELLI, L. MACHADO, C. MACHADO FRACALLOSSI D. ZANIBONI FILHO E. Desenvolvimento gonadal do jundiá, *Rhamdia quelen* (Teleostei, Siluriformes), em viveiros de terra, na região sul do Brasil. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica. Acta Scientiarum. Biological Sciences, vol. 29, núm. 4, 2007, Pg. 349

2.5.1 NUTRICIÓN

Baldiserotto et. al,⁸⁰ afirma que la alimentación del *R. quelen* en el ambiente natural es rica en crustáceos, moluscos y restos vegetales, frecuentemente muchos productores utilizan subproductos, comúnmente utilizados en la alimentación de carpas, para mejorar la productividad biológica de los estanques de engorda; en el caso de la especie en estudio la alimentación debe estar enfocada a obtener un peso uniforme y buena eficiencia alimenticia sin degradar la calidad del agua, el uso de alimento concentrado comercial para la alimentación en etapa larval debe contener un 40% de proteína Bruta, cabe resaltar que la utilización de alimentos granulados permite realizar la larvicultura en agua limpia sin plancton y con partículas adecuadas al tamaño del pez, principalmente alimentos con contenido de harina de pescado, harina de carne, torta de soja, torta de arroz y para el cultivo en estanques en tierra se recomienda un alimento concentrado con un contenido de 35% de proteína entre animal y vegetal , 6% de lípidos, 10-20 % de carbohidratos, 10-15% de fibra y un mínimo de 10% de harina de pescado.

2.5.2 REPRODUCCIÓN

“Dentro de los bagres, el *Rhamdia quelen* presenta grande potencial para la acuicultura en la región sur del Brasil, por ser una especie que presenta rápido crecimiento en las bajas temperaturas observadas en el invierno del estado de Santa Catarina, se reproduce a lo largo de todo el año, con excepción de los meses más fríos junio a agosto”⁸¹. La madurez sexual es alcanzada con un año de edad en ambos sexos, cuando los machos tienen una talla de 13,4cm inician el proceso de maduración gonadal y las hembras con 16,5 cm Narahara mencionado por Tavares⁸²; “la maduración sexual precoz se ha identificado como un problema que resulta en la disminución de crecimiento de los peces, se produce por el hecho de que la energía utilizada para el crecimiento somático se desvía al tejido gonadal, ésta condición induce el crecimiento heterogéneo de los peces aumentando el tiempo de crianza y los costes de producción”⁸³. Cassini citado por Ghiraldelli⁸⁴ señala que investigando los aspectos reproductivos del *Rhamdia quelen*, en ambiente natural, verificó que los machos maduran con tamaño inferior al de las hembras.

⁸⁰ BALDISSEROTTO., B. RANDUNZ., N. BARCELLOS.,L. Op. Cit., pg. 313,314,315

⁸¹ MACHADO- FRACALLOSSI. D., ZANIBONI-FILHO. E., MEURER S. En: No rastro das especies Nativas.Panorama da aquicultura, novembro/dezembro, 2002.pp 43

⁸² TAVARES-DIAS.,M. BIBIANO MELO.,J. MORAES.,G. RUAS DE MORAES., F. En: Características hematológicas de teleósteos brasileiros. variáveis do jundiá *Rhamdia quelen* (*Pimelodidae*) Cienc. Rural vol.32 no.4 ISSN 0103-84780Santa Maria Aug. 2002

⁸³ FUKUSHIMA, H. ; BAILONE, R.L. ; WEISS, L.A. ; MARTINS, M.L. ; ZANIBONI-FILHO, E. Op. Cit., pg.147-151

⁸⁴ GHIRALDELLI,L. MACHADO, C. MACHADO FRACALLOSSI D. ZANIBONI FILHO E. Op cit pg. 349.

2.5.3 CALIDAD DE AGUA

2.8.1 La temperatura. Es un factor que influencia casi todos los procesos físicos, químicos y biológicos en el agua. Por lo tanto su medición es imprescindible para la interpretación de los demás parámetros físico-químicos, todos los organismos que viven en el agua son adaptados para una tasa y poseen una temperatura preferencial, los peces consiguen aceptar oscilaciones y especialmente, aumentos de la temperatura, solamente hasta determinados límites, como norma para *R. quelen*; la temperatura en la larvicultura puede variar 17-27°C, sin causar grandes problemas⁸⁵.

Según un estudio realizado por Baldisserotto et. al.⁸⁶, las temperaturas letales inferiores y superiores son de 3 y 32 °C, en experimentos basados en fluctuaciones de 20 a 26 °C los animales tienen una baja tasa de crecimiento lo que permitiría estimar que 23,7°C, es la temperatura que proporciona mayor crecimiento.

“La temperatura media del agua en el sur de Brasil es de 15 °C en invierno y 28 °C en verano, lo que limita el número de especies de peces tropicales que se pueden utilizar en sistemas de cultivo; en diferentes experimentos se ha demostrado que el *Rhamdia quelen* se adaptan bien a bajas temperaturas del agua, de 21 a 26°C”⁸⁷.

2.5.3.1 Oxígeno disuelto. Según Graeff⁸⁸, el *Rhamdia quelen* respira por las branquias, más durante la fase larval la captación de oxígeno ocurre a través de la piel, el nivel óptimo de oxígeno disuelto en el agua debe estar en torno a 7,5 mg/L evitándose una concentración de 1,3 mg/L en la fase de alevinos debido a que disminuirá la sobrevivencia. Baldisserotto⁸⁹, citando a Braun sostiene que, el oxígeno disuelto debe estar por encima de 5,2 mg/L o 65,6 % de saturación debido a que bajo 1,6 mg/L ocurre mortalidad.

2.5.3.2 Potencial de hidrógeno (pH). “Es un parámetro importante debido a que posee un profundo efecto sobre el metabolismo y los procesos fisiológicos de

⁸⁵ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Producción de alevinos de jundiá (*Ramdia quelen*). En: Boletín técnico No. 140. Editora GMC/EPAGRI. ISSN 0100-7416. 2008. pp. 11

⁸⁶BALDISSEROTTO., B. RANDUNZ., N. BARCELLOS.,L. Op. Cit., pp 311-312

⁸⁷ GOMES Adriana, GOMES Levy, BALDISSEROTTO Bernardo, LETHAL TEMPERATURES FOR *Rhamdia quelen* LARVAE (PIMELODIDAE) Cienc. Rural vol.30 no.6 Santa Maria Nov./Dec. 2000 pp. 1070(1069-1071)

⁸⁸ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit., pp 12.

⁸⁹ BALDISSEROTTO., B. RANDUNZ., N. BARCELLOS.,L. Op. Cit., pp. 311

peces y todos los organismos acuáticos; en el cultivo del *Rhamdia quelen* en la fase larval, se debe evitar variaciones y se recomienda un pH de 8,0 a 8,5⁹⁰.

2.5.3.4 La Conductividad eléctrica. “Es la medida directa de la cantidad de iones en el agua, altos valores de conductividad indican altas tasas de descomposición, informando de esa forma sobre la disponibilidad de nutrientes en el medio acuático; cuanto mayor la concentración iónica, mayor será la capacidad del agua en conducir electricidad”⁹¹.

“La conductividad del agua es una expresión numérica de su habilidad para trasportar una corriente eléctrica, que depende de la concentración total de sustancias disueltas ionizadas en el agua y de la temperatura a la cual se realice la determinación, por lo tanto, cualquier cambio en la cantidad de sustancias disueltas, en la movilidad de iones disueltos y en su valencia, implica un cambio en la conductividad”⁹².

2.5.3.5 Dureza total. “Este parámetro refleja principalmente los valores de iones de Ca y Mg que están ligados al carbonato y bicarbonato, pudiendo estar asociados al sulfato y cloreto. Las larvas de *Rhamdia quelen* crecen mejor en aguas con dureza entre 30 y 70 mg/L de CaCO₃, en aguas más duras la mortalidad es mayor”⁹³.

En la práctica se considera que la dureza es causada por iones metálicos divalentes, capaces de reaccionar con el jabón para formar precipitados y con ciertos aniones presentes en el agua para formar incrustaciones, los principales cationes que causan dureza en el agua son: Ca⁺, Mg⁺⁺, Sr⁺, Fe⁺⁺, Mn⁺⁺; los principales aniones asociados con ellos son: HCO₃⁻, SO₄⁼, Cl⁻, NO₃⁻, SiO₃⁼, dependiendo de la cantidad presente en el agua, la dureza será blanda, moderadamente dura, dura o muy dura⁹⁴.

Según Vinatea⁹⁵, la Dureza del agua puede clasificarse en agua blanda cuando presenta 0-75 mg CaCO₃/L, en aguas moderadamente duras con alcalinidad de 75 a 150 mg CaCO₃/L, aguas duras cuando tienen una alcalinidad de 150-300 75 mg CaCO₃/L y aguas extremadamente duras con alcalinidad de 300 mg CaCO₃/L.

⁹⁰ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit., pp 11,12

⁹¹ MARQUEZ H., VARGAS L., RIBEIRO R., ZIMMERMANN S. En: Fundamentos da Moderna Aquicultura. EDITORA DA ULBRA. 2001. pp 42

⁹² ROMERO J. Calidad del agua. En: Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2005. p. 114.

⁹³ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit., pp 12

⁹⁴ Romero J. Op. Cit. p.130.

⁹⁵ VINATEA. Luis.,En: Principios químicos de la calidad del agua en acuicultura. Editora. UFSC,2004 p33

2.5.3.6 Alcalinidad Total. “La alcalinidad está relacionada con la capacidad del agua de neutralizar ácidos, aguas con baja alcalinidad debajo de 30mg/L de CaCO₃, presentan grandes variaciones de pH, lo que perjudica la sobrevivencia y el crecimiento del *Rhamdia quelen*, la tasa que se recomienda para esta especie está entre 30 y 60 mg/L de CaCO₃”⁹⁶.

Según Romero⁹⁷, la alcalinidad del agua puede definirse como su capacidad, para neutralizar ácidos, como su capacidad para reaccionar con iones de hidrógeno, como su capacidad aceptar protones o como la medida de su contenido total de sustancias alcalinas (OH⁻), en las aguas naturales la alcalinidad se debe principalmente a la presencia de tres clases de compuestos, bicarbonatos, carbonatos, hidróxidos, en algunas aguas es posible encontrar otra clase de compuestos boratos, silicatos, fosfatos, entre otros que contribuyen a la alcalinidad.

2.5.3.7 Amonio Total y Nitrito. Golombieski⁹⁸ Citando a Frances, afirma que el nitrito es un producto intermediario de la transformación del amonio en nitrato y puede ser tóxico para peces como resultado de la acción de la nitrificación bacteriana, el amonio es reducido a nitrito, y en sistemas cerrados, bien como tanques de tierra, ambos pueden acumularse para niveles tóxicos; Costa citado por Golombieski⁹⁹, sostiene, que el aumento en las concentraciones de nitrito en el agua induce la acumulación de este en la sangre y tejidos, enviando reacciones complejas produciendo derivados tóxicos como acción deletérea en procesos fisiológicos de los peces. “Niveles de NH₃ de 0,4 a 2 mg/L, dependiendo del pH, provocan la muerte en pocos días en *Rhamdia quelen*, en cuanto a los niveles de nitrito (NO₂), de 0,5 a 1mg/L son perjudiciales”¹⁰⁰.

2.5.3.8 Salinidad. De acuerdo con Graeff et. al¹⁰¹.,El *Rhamdia quelen* soporta salinidades hasta 8,0 mg/L de sal común (NaCl) y 10% de agua de mar, investigaciones demuestran que la exposición de 2g/L de sal común por 30 días presentan mayor sobrevivencia en juveniles, lo que indica que la especie es estenohalina, además en juveniles pueden sobrevivir en un rango de pH de 4,0 a 9,0 con 20-30 mg CaCO₃/L y pH 5,5 a 9,0 con dureza de 40-80 mg CaCO₃/L, en el segundo rango se disminuye el crecimiento, en larvas el mejor crecimiento es obtenido con pH entre 8,0 y 8,5

⁹⁶ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit., pp 13

⁹⁷ Romero J. Op. Cit. p119

⁹⁸ GOLOMBIESKI J., MARCHEZAN E., BORGES M., STORCK L., CAMARGO E., MACHADO DOS SANTOS F. Qualidade da água no consórcio de peixes com arroz irrigado. Cienc. Rural vol.35 no.6 Santa. ISSN 0103-8478 Maria Nov./Dec. 2005, pp. 225-229.

⁹⁹ GOLOMBIESKI J., MARCHEZAN E., BORGES M., STORCK L., CAMARGO E., MACHADO DOS SANTOS F. Op. Cit., pp.225-229.

¹⁰⁰ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit., p 14

¹⁰¹ Ibíd. p 8.

3 METODOLOGÍA

3.1 LOCALIZACIÓN

El presente experimento se desarrolló en el Laboratorio de Peces de agua dulce (LAPAD), perteneciente al programa de Ingeniería de la Acuicultura, de la Universidad Federal de Santa Catarina, ubicado en Florianópolis.

En la Figura 4 se muestra una vista aerea de las instalaciones del LAPAD y en la

Figura 4. Vista satelital Laboratorio de peces de agua dulce (LAPAD).



Fotografía extraída de la web¹⁰². <https://www.google.com/earth>

Con la letra A se ubica el bloque de producción, donde se realizan diferentes investigaciones con especies de peces continentales. Con la letra B, se indica el sistema de recirculación, de donde se tomó, el agua para la realización del ensayo toxicológico.

El Estado federal de Santa Catarina, Brasil, se ubica en las coordenadas Latitud 27° 43' 44,8" S y Longitud 48° 30' 32,2" W, a una altitud de cero msnm, temperatura ambiental promedio de 22°C, con una humedad relativa de 80%, sensación térmica de 17°C y a una presión atmosférica de 1015,17 hPa; posee una extensión

¹⁰² Google. URL: <https://www.google.com/earth>

marítima con 531 km, presenta una hidrografía integrado por la vertiente del interior con los ríos Paraná y Uruguay y por el sistema de la vertiente del Atlántico¹⁰³.

Figura 5 se indica el bloque de producción en una imagen frontal, donde se realizó este trabajo de investigación.

Figura 5. Bloque de producción Laboratorio de Peces de Agua Dulce (LAPAD).



En esta figura se muestra una vista frontal del laboratorio de producción acuícola; en su lado derecho se encuentra el laboratorio de toxicología del agua y se tienen diferentes sistemas que permiten el manejo de estadios tempranos (larvas) y al lado izquierdo se realiza todo el manejo de animales en etapa de levante y reproductores.

3.2 MATERIAL BIOLÓGICO

Se utilizó un total de 7.560 larvas de *Rhamdia quelen*, obtenidos a partir de reproducción inducida. Las larvas tenían un peso promedio $0,033 \pm 0,0012$ g y edad aproximada de 48 hpe.

3.3 MATERIAL QUÍMICO

Como tóxico de prueba se utilizó un tensoactivo aniónico denominado sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, suministrado por el laboratorio Vida Water Industrial, cuya pureza fue del 96%. Este químico es un líquido de color marrón, contenido en agua al 1%, pH neutro y presentación de un galón. Adicionalmente

¹⁰³ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit., pp 7

se usaron kits de Alkafit para pruebas de calidad de agua de los parámetros dureza, alcalinidad, nitrito y amonio.

3.4 INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES

3.4.1 Instalaciones. El LAPAD dispone de instalaciones donde se encuentran los laboratorios de nutrición, producción, calidad de aguas, microscopía y toxicología. En este último se desarrolló el presente trabajo, el cuál usó un sistema estático con 21 recipientes plásticos rectangulares, capacidad de 15 L de agua cada uno, un volumen aprovechable de 5 L, los cuales dispusieron de aireación mediante mangueras individuales conectadas a un Blower de 2 HP.

3.4.2 Equipos y utensilios. Se utilizó equipos y utensilios necesarios para la realización de las mediciones y el manejo diario de los recipientes, entre los cuales se cuentan como los más importantes: balanza analítica digital Adventurer-OHAUS modelo AR2140N con capacidad de -210/ 0,0001 g, precisión de $\pm 0,2$ mg; pH-metro digital con tasa de 0,00 a 14,00, precisión $\pm 0,01$; blower de 2 HP; sonda YSI 550A, precisión 0-20 $\pm 0,3$ mg /L o $\pm 2\%$ usada para la toma del oxígeno disuelto y temperatura, variable que tiene un rango de -5 a 45°C, resolución 0,1°C, precisión $\pm 0,3^\circ\text{C}$; sonda YSI modelo 30 SCT con rango de medición de 0 a 80 ppt de salinidad, resolución de 0,1 ppt y precisión de $\pm 2\%$ ó $\pm 0,1$ ppt. El rango de conductividad es de 0 a 200 mS/cm en cuatro rangos, con resolución de 0,1 $\mu\text{S/cm}$ y una precisión de $\pm 0,5\%$ de la escala completa. El rango de temperatura es de -5 a 95°C, con una resolución de 0,1°C y precisión de $\pm 0,1^\circ\text{C}$.

Entre otros materiales se usó piedras difusoras, baldes plásticos, manguera para aireación, extracto pituitario de carpa (EPC) y otros utensilios necesarios para el manejo de acuarios y animales.

3.5 PLAN DE MANEJO

Se realizó la desinfección de las instalaciones, los recipientes, los equipos y utensilios, lavando con agua abundante, hipoclorito al 3% y sal mineral al 8%, algunos de estos equipos fueron, baldes plásticos, mangueras plásticas, piedras difusoras, tanques circulares con capacidad de 100L, incubadora Woinarobich, material plástico que permitió la medición de las pruebas de calidad del agua y recipientes plásticos con capacidad de 15L de agua, los cuales fueron utilizados como unidades experimentales.

El agua fue tomada del sistema de recirculación del LAPAD correspondiente al sistema de larvicultura (Sistema rojo), para ser mantenida en tanques separados mientras duraba el experimento, de donde se abasteció para llenar los recipientes de las unidades experimentales (Figura 6).

Figura 6. Abastecimiento y manejo del agua para el experimento.



En la figura A se muestra el sistema de recirculación, diferenciando los tres subsistemas, (azul, amarillo y rojo), el agua se tomó del sistema rojo, este es un subsistema específico, para el manejo de larvas. En la figura B se presenta los recipientes donde se mantuvo el agua en el desarrollo del proyecto, para el recambio de cada unidad experimental, usando siete tanques circulares con capacidad de 100L y en la última figura se observan las unidades experimentales.

Para la realización de la prueba toxicológica se utilizó, un sistema estático con 21 unidades experimentales, cada unidad experimental estuvo provista de un recipiente rectangular, con una capacidad de 15L de agua, con un volumen utilizable de cinco litros de agua, a cada unidad experimental se le suministró aireación, mediante un blower de 2 HP.

Para la siembra de larvas de *Rhamdia quelen*, los ejemplares se tomaron de una incubadora Woinarobich de capacidad de 200L, donde mediante un beaker de 1000 mL, con 500 mL con agua de cada unidad experimental y 500 mL de la incubadora, se seleccionaron 120 larvas; estas fueron distribuidas en cada unidad experimental, mientras estuvieron por 15 minutos dentro del beaker, como tiempo de aclimatación a la nueva temperatura.

En cuanto a la adición del tensoactivo, este se pesó anticipadamente mediante una balanza analítica Adventurer, de acuerdo a las concentraciones del sulfato de alquilbenceno de cadena lineal para cada tratamiento, luego éstas fueron vertidas a cada unidad experimental (120 larvas de *Rhamdia quelen*), considerándose como un tiempo cero del experimento.

Los recambios de agua se realizaron cada seis horas, donde se hizo la renovación de la mitad del contenido de agua (2,5L) más la sustancia

experimental (LAS), con una concentración equivalente al nuevo volumen de agua.

La medición de los parámetros físico- químicos correspondientes a la temperatura, el oxígeno disuelto, la conductividad y el pH, se realizaron a intervalos de una hora durante las primeras 12 horas, durante dos horas hasta las 24 horas, cada tres horas durante las 36 horas y cada cuatro horas hasta las 48 horas, los parámetros de alcalinidad, dureza, nitrito y amonio se realizaron a intervalos de 12 horas.

Para realizar los conteos de la mortalidad de las larvas de *Rhamdia quelen*, las unidades experimentales, se extrajeron del sistema estático hacia un lugar con mayor iluminación, donde la espuma producida por el tensoactivo aniónico fue removida, para permitir el conteo de las larvas.

Los animales fueron obtenidos a partir de tres lotes incubados en el mismo laboratorio, en el cual se utilizaron incubadoras Woynarovich con capacidad de 200 L de agua; éstas se distribuyeron al azar en las diferentes unidades experimentales, a una densidad de 24 animales/L, para un total de 120 ejemplares por unidad experimental. Cada unidad experimental contó de una manguera con una piedra difusora con aireación permanente y a temperatura ambiente, tomando temperaturas entre 23,31 y 22,52°C.

Posteriormente se aplicó las siete dosis del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal en cada uno de los tratamientos. El experimento se desarrolló en un periodo de 48 horas, tiempo en el cuál las unidades experimentales fueron mantenidas dentro del laboratorio aisladas del sistema de recirculación (Figura 7).

Figura 7. Unidades experimentales usadas para la realización del experimento de investigación en forma de sistema cerrado.



El tensoactivo se adicionó de manera individual a cada unidad experimental, para constituir una solución con las dosis de: cero, 0,036, 0,251, 0,466, 0,681, 0,896, 1,111 g de LAS por cada litro de agua, cada una de las cuales fue aplicada para grupos de tres unidades experimentales T2: adicionando 0,036 g de LAS por litro de agua, T3: agregando 0,251 g de LAS por litro de agua, T4: adicionando 0,466 g de LAS por litro de agua, T5: agregando 0,681 g de LAS por litro de agua, T6: agregando 0,896 g de LAS por litro de agua y adicionando en el T7: 1,111 g de LAS por litro de agua.

El recambio de agua de cada una de las unidades experimentales se realizó cada seis horas, donde se eliminó el 50% del agua de los recipientes, extrayendo el agua con un beaker de 1000 ml y reemplazando el volumen descartado por 2,5 litros de agua fresca; el agua de reemplazo fue mezclada con la mitad de las concentraciones de LAS.

3.6 PERIODO EXPERIMENTAL

La investigación se realizó en un periodo de cuatro meses, de julio a Noviembre, durante el cual se desarrolló tres experimentos, cada uno de ellos con duración de 48 horas, para la ejecución de la prueba toxicológica. El resto del tiempo se cubrió mediante las actividades de preparación de instalaciones animales y reactivos, así como la recopilación y consolidación de la información.

Durante el periodo experimental se efectuó pruebas de la calidad del agua, a intervalos de una hora durante las primeras 12 horas, cada dos horas durante las siguientes 12 horas, cada tres horas hasta las 36 horas y cada cuatro horas hasta

la finalización del experimento. Las muestras para análisis de amonio, alcalinidad, dureza y nitritos fueron tomadas cada 12 horas. El conteo de larvas muertas se hizo cada tres horas.

3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar, con submuestreo, conformado por tres bloques, siete tratamientos y tres réplicas por tratamiento, para tener un total de 21 unidades experimentales, por bloque. Los bloques correspondieron a cada uno de los experimentos y los tratamientos a las concentraciones de LAS. Cada unidad experimental estuvo conformada por un recipiente plástico con capacidad de 15 L de agua, con un volumen utilizable de 5 L y un volumen libre de 10 L, en el cual se depositó 120 larvas de *Rhamdia quelen*.

El diseño experimental fue representado por el siguiente modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + \tau_i + \varepsilon_{K(ij)} + \eta_{l(ijk)}$$

Dónde:

Y_{ijkl} = Variable de respuesta

μ = Media poblacional

β_i = Efecto del i-ésimo experimento (Bloques)

τ_i = Efecto del i-ésimo tratamiento (Concentraciones de LAS)

$\varepsilon_{k(ij)}$ = Error experimental asociado a la j-ésima unidad experimental que recibió el i-ésimo tratamiento, en el k-ésimo experimento.

$\eta_{l(ijk)}$ = Error de muestreo, asociado a la l-ésima unidad observacional.

El diseño de tratamientos se formuló teniendo como base las dosis empleadas por Imués et. al.¹⁰⁴, con distribución más detallada, de la siguiente manera:

T1= Sin adicionar LAS

T2= adicionando 0,036 g de LAS por litro de agua

T3= adicionando 0,251 g de LAS por litro de agua

T4= adicionando 0,466 g de LAS por litro de agua

T5= adicionando 0,681 g de LAS por litro de agua

T6= adicionando 0,896 g de LAS por litro de agua

T7= adicionando 1,111 g de LAS por litro de agua

Los datos de las diferentes variables fueron procesadas mediante técnicas de estadística descriptiva, cuya información se presenta en tablas de frecuencia y en

¹⁰⁴ IMUÉS. M.; GUERRERO C., MORA. A.; LASSO. A. Op cit., p .88 – 89.

gráficos estadísticos indicando promedio, error estándar, coeficiente de variación y en el caso de mortalidad como porcentaje o como proporción.

Para los análisis inferenciales de los datos, se verificó los supuestos estadísticos de normalidad (Valor-Z para asimetría), homogeneidad de varianzas (Prueba de Levene) e independencia (Estadístico Durbin-Watson) (Anexo T), para proceder a la aplicación del análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

La prueba de normalidad, los datos recolectados en el experimento referentes al pH y conductividad no cumplieron el supuesto de normalidad ($p > 0,05$), aun después de aplicar algunos métodos de transformación de los datos; sin embargo, teniendo en cuenta que se utilizó muestras grandes ($n > 30$) para el análisis de estas variables, el Teorema Central del Límite, asegura que; “cualquier distribución de probabilidad con $n > 30$ se aproxima a una distribución normal”¹⁰⁵.

Las pruebas de supuestos fueron realizadas con datos transformados mediante los siguientes modelos: para dureza y mortalidad se aplicó $\sqrt{y_i}$, para alcalinidad se utilizó $\frac{1}{y_i}$. Para temperatura, oxígeno disuelto, nitritos y amonio, por ser considerarse variables de observación no se exigió el cumplimiento de supuestos, siendo procesadas y analizadas por su comportamiento en una serie de tiempo.

En los casos en los cuales se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó una prueba de comparación múltiple de Tukey, con el fin de establecer diferencias significativas entre las medias y así determinar el mejor tratamiento en cada una de las variables evaluadas. Todas las pruebas se efectuaron utilizando el software Statgraphics Centurion XVI y Microsoft Excel 2010.

En la variable supervivencia se utilizó la prueba no paramétrica binomial de Brand-Snedecor, con el fin de establecer diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a la mortalidad y de esa manera determinar la existencia de relación lineal entre la concentración de LAS y la mortalidad, dicho estadístico se basa en el estadístico de Chi-Cuadrado, según la siguiente fórmula:

$$\chi^2_c = \frac{[\sum a_i \cdot p_i] - [p \cdot \sum a_i]}{pq}$$

¹⁰⁵ SOLARTE Carlos, GARCIA Hernán, IMUEZ Marco, Teorema central del límite. En: Bioestadística, aplicaciones en producción y salud animal. ISBN 958-9479-39-1. Universidad de Nariño. 2009. p123.

Dónde:

$\chi^2 c$: El valor de la chi-cuadrada calculada

a_i : Número de animales iniciales en el i-esímo tratamiento

p_i : Proporción de supervivencia en el i-esímo tratamiento

p : Proporción de supervivencia en todos los tratamientos

q : Proporción de mortalidad en todos los tratamientos

Encontradas las diferencias significativas entre los efectos de las concentraciones se aplicaron pruebas, pareadas sucesivas, para la comparación de proporciones. Todas las pruebas estadísticas fueron realizadas considerando un $\alpha = 0,05$.

3.8 VARIABLES EVALUADAS.

Se evaluó la mortalidad y supervivencia en porcentaje del *Rhamdia quelen* en etapa de larva, CL_{50} , NOEC y LOEC, se calcularon mediante el modelo probit.

Las variables de la alcalinidad, la dureza, el Amonio (NH_4), Nitrito (NO_2^-), se midieron mediante kits de Alkafit y las lecturas se realizaron mediante un fotocolorímetro.

El potencial de hidrógeno (pH), la conductividad eléctrica, la temperatura y el oxígeno disuelto (OD), se midieron con dos sondas YSI.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN RESULTADOS

4.1 MORTALIDAD Y SUPERVIVENCIA

En la Tabla 1 se presenta la mortalidad y supervivencia del ensayo toxicológico, con la utilización del tensoactivo LAS, en diferentes concentraciones, en larvas de *Rhamdia quelen*.

Tabla 1. Mortalidad de larvas de *Rhamdia quelen* obtenida por cada concentración en porcentaje.

Variable	T1 0,000	T2 0,036	T3 0,251	T4 0,466	T5 0,681	T6 0,896	T7 1,111
Mortalidad (%)	0,462	1,389	9,259	50,000	100,000	100,000	100,000
Supervivencia (%)	99,537 ^a	98,611 ^b	90,741 ^c	50,000 ^d	0,000 ^e	0,000 ^e	0,000 ^e

Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

Aquí se puede establecer que la mortalidad estuvo en un rango que va desde 0,462% en el tratamiento testigo (T1), de 50% en el T4, hasta el 100% en T5, T6 y T7, notando que dosis superiores 0,466 g de LAS/L de agua, pueden resultar letales para la especie *Rhamdia quelen* en la etapa de larva.

La prueba de Brand Snedecor para la supervivencia muestra la existencia de diferencias significativas entre las distintas concentraciones del tensoactivo indicando el efecto que causa sobre esta variable, en las larvas de *R. quelen*; de igual manera, al realizar la comparación de proporciones es posible observar diferencias estadísticas significativas entre el efecto de los tratamientos T1 (99,537%), T2 (98,611%), T3 (90,740%), T4 (50,00%) con respecto a los tratamientos T5, T6 y T7, en los que no sobrevivieron los animales (Anexo S).

Estos resultados visualizan claramente la tendencia lineal del incremento de la mortalidad en la medida en que aumenta la concentración de LAS, hasta 0,466 g en el T4, donde la mortalidad fue del 50%; en adelante la letalidad del tensoactivo ocasionó la muerte total de los animales.

Los anteriores resultados se pueden explicar debido a que los tensoactivos son los componentes de mayor impacto contenidos en los detergentes, por su alta toxicidad para los organismos acuáticos, por cuanto su modo de acción es amplio, en razón a su carácter anfílico y a sus propiedades de solubilización de

membranas y disrupción endocrina, entre otros, tal como afirman Peraza y Delgado¹⁰⁶.

Por otra parte, la bio-degradabilidad de los detergentes domésticos es muy variable y su toxicidad varía ampliamente en invertebrados acuáticos, así como en vertebrados acuáticos, en los que provoca el aumento de la permeabilidad en las branquias, modificando los procesos respiratorios, produciendo estrés, alterando el crecimiento, el comportamiento reproductivo y finalmente la muerte¹⁰⁷. Las branquias constituyen el principal sitio de efecto subletal provocado por el tensoactivo LAS; al igual que el riñón que cumple una función de gran importancia en la destoxificación y eliminación de LAS en los peces¹⁰⁸. Estas sustancias ocasionan lesiones directas en las membranas epiteliales de órganos vitales, como las branquias, interactuando con el mucus que recubre las superficies epiteliales, lo que lleva a la acumulación de los mismos¹⁰⁹, donde se producen cambios patológicos¹¹⁰, incluyendo desprendimiento, necrosis, hiperplasia, hipertrofia y ruptura del epitelio branquial; que afectan los procesos de respiración, osmorregulación, balance hídrico y excreción de desechos nitrogenados¹¹¹.

Por otra parte, el efecto tóxico del tensoactivo LAS, puede inducir al estrés oxidativo, que puede causar la muerte celular, lo cual supone otra de las causas para la muerte de los animales en esta investigación.

Otro de los efectos ocasionados por el tensoactivo LAS, es la acumulación de espumas que, impide el adecuado intercambio de gases entre la atmósfera y el medio acuático, produciendo un empobrecimiento en el nivel de oxígeno y la consecuente muerte de diversas especies que habitan en el cuerpo de agua¹¹². A pesar de ello, en el periodo experimental, todas las unidades tuvieron disponibilidad de aireación, con rangos aceptables de oxígeno disuelto para la especie *Rhamdia quelen*, en estadio de larva; por lo que se descarta un déficit de oxígeno como la causa de la mortalidad.

Según Imués et. al.¹¹³, quienes desarrollaron un estudio preliminar sobre el efecto causado por el sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, utilizando un

¹⁰⁶ PERAZA Russell y DELGADO Víctor; En: Determinación de la concentración letal media (CL₅₀) de cuatro detergentes domésticos biodegradables en *Laonereis culveri* (WEBSTER 1879) Revista. Int. Contaminación. Ambiental. 2012 p. 142

¹⁰⁷ Castiglioni, M. y Collins, P. En: efecto de un detergente biodegradable en agua en la reproducción de *Daphnia magna*. The Biologist (Lima). Vol. 8, N°1, enero-junio 2010 43, 46

¹⁰⁸ BOTELLO A, RENDÓN J, GOLD G, AGRAZ C, Contaminación del agua En: Contaminación e impacto ambiental diagnóstico y tendencias Ed. Universidad Autónoma de México, p128.

¹⁰⁹ RAMÍREZ W., RONDÓN I y ESLAVA P. Op. Cit. p.45.

¹¹⁰ TULAY Bakirela, OYA Keles, SUHEYLA Karatas, MUKADDES Zcand, GULHAN Turkmenb, AKIN Candanc. Effect of linear alkylbenzene sulphonate (LAS) on non-specific defence mechanisms in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Elsevier, Aquatic Toxicologi. 2005. P 176

¹¹¹ RAMÍREZ W., RONDÓN I y ESLAVA P. En: Surfactantes asociados a herbicidas; Efectos sobre organismos acuáticos. Orinoquia, vol. 9, núm. 2, 2005, Universidad de Los Llanos Meta, Colombia pp48 (pp. 45-59)

¹¹² CANTARERO Antonio. Op. Cit. pp.84

¹¹³ IMUÉS. M.; GUERRERO C., MORA. A.; LASSO. A. Op cit., p 88.

producto comercial, en juveniles de cachama blanca (*Piaractus brachypomus*), indicaron que concentraciones de 2,2 g/L de agua fueron letales, causando el 100% de la mortalidad en los animales expuestos; además encontraron que 1,1 g/L causaba el 53% de la mortalidad, frente a un testigo sin adición de tensoactivo que no produjo mortalidad. Este resultado es diferente al compararse con el presente ensayo, lo cual puede deberse a que los citados autores utilizaron una especie de mayor rusticidad, y animales de mayor edad, además de utilizar un producto comercial con menor concentración de LAS.

Castiglioni y Collins¹¹⁴, por su parte, manifiestan que el cladóceros *Daphnia magna*, es uno de los crustáceos planctónicos más utilizado en bioensayos ecotoxicológicos en el mundo; sobre este crustáceo se probó un formulado comercial de detergente biodegradable al 80%, de uso masivo y doméstico, conteniendo como tensoactivo aniónico activo el sulfonato de alquilbenceno de sodio de cadena lineal. Se considera que la biodegradación de este detergente ocurre rápidamente luego de aproximadamente 1 a 3 semanas; la CL₅₀ se determinó mediante un ensayo crónico donde se probaron las dosis subcrónicas 0,03 ml.L⁻¹, 0,06 ml.L⁻¹, 0,10 ml.L⁻¹; la supervivencia en el ensayo disminuyó con el tiempo, determinando el valor de CL₅₀ con 0,1416 ± 0,0008 mL/L del formulado comercial, produciendo cambios en la reproducción; el detergente promovió una producción de descendencia más abundante; esto podría asociarse a que el detergente permitió mejorar la utilización del recurso trófico y biodisponibilidad de energía para reproducirse, al desagregar las partículas o las células algales ofrecidas como alimento.

En un estudio realizado por la entidad BHK¹¹⁵, se evaluó la toxicidad de un detergente industrial que contiene altos niveles de un tensoactivo aniónico LAS, sobre camarones, se reportó que la variación de la mortalidad media observada de los organismos de prueba podía ser inducida por el efecto de los productos químicos; la CL₅₀ mostró diferencias significativas (p<0,05) tanto en agua dulce como salobre, indicando que la mortalidad aumentaba con el incremento de las concentraciones y la duración de la exposición, atribuido a que el LAS causa graves daños a las branquias y otros órganos vitales de las especies acuáticas animales, que podrían resultar en la muerte; también puede perjudicar a organismos vivos mediante la desnaturalización de las proteínas, al despolarizar la membrana celular y propiciar el agotamiento de las reservas de glucógeno muscular.

De esta manera, ha sido corroborado en el presente estudio, debido a que los tratamientos con mayor concentración de LAS reportaron mayor mortalidad de los animales expuestos.

¹¹⁴ CASTIGLIONI, M. y COLLINS, P. Op. Cit. p.45-46.

¹¹⁵ BKH Consulting Engineers. The use of existing data for estimation of the maximum tolerable environmental concentration of LAS, Part I: main report. Delft [Netherlands]; 1993.p.126.

Peraza y Delgado¹¹⁶ determinaron experimentalmente la toxicidad de cuatro formulaciones de detergentes domésticos biodegradables, empleando a *Laeonereis culveri* como organismo de prueba, usando como ingrediente activo el sulfonato de alquilbenceno lineal. Los resultados obtenidos mostraron que *Laeonereis culveri*, al ser expuesto a los detergentes, la toxicidad en términos de CL₅₀ a 48 h de exposición a los detergentes, presentaron el siguiente orden de sensibilidad, Foca® (LAS: 12.88 en ppm), Blanca Nieves® (LAS: 13.03 en ppm), Roma® (LAS: 13.48 en ppm) y Puro-Sol® (LAS: 14.12 en ppm). Los autores afirman que existe el riesgo de que estos detergentes causen efectos adversos a los organismos del sistema acuático, en especial al bentos, ya que por sus características de locomoción y alimentación son más vulnerables, debido a que el LAS, al precipitarse, se adhiere a la materia orgánica y a los sólidos suspendidos.

Al ser comparados con los resultados de la presente investigación, las dosis de detergentes usadas en el experimento antes citado son bajas. Tal como mencionan estos autores el tóxico LAS causa efectos adversos sobre *Laeonereis culveri*, debido a que se adhiere a los sólidos suspendidos, demostrando así que el bentos es un organismo acuático más susceptible al tensoactivo que el *R. quelen*, además el LAS, está inmerso dentro del detergente biodegradable, desconociendo la toxicidad de los otros compuestos como agentes reforzadores, inhibidores de corrosión, agentes auxiliares, blanqueadores, y perfumes los cuales se unen para formar el detergente.

En otro ensayo realizado por Tulay et. al.¹¹⁷ sobre toxicidad crónica, durante 54 días, en ejemplares de trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), se probó dosis de este tensoactivo de 0,0 (T1), 0,2 (T2) y 0,4 (T3) mg/L, los autores citados detectaron una disminución en la ganancia de peso de los animales expuestos al químico, cuando se hace la comparación con el tratamiento testigo (T1); además, afirman que el LAS induce a un aumento del estrés, baja alimentación en comparación a los ejemplares que no estuvieron expuestos, además de provocar una rápida disminución de la secreción de mucus y el número de células caliciformes, reduciendo la lisozima, que es un componente de defensa en peces y se encuentra en la mayoría de los tejidos y secreciones mucosas.

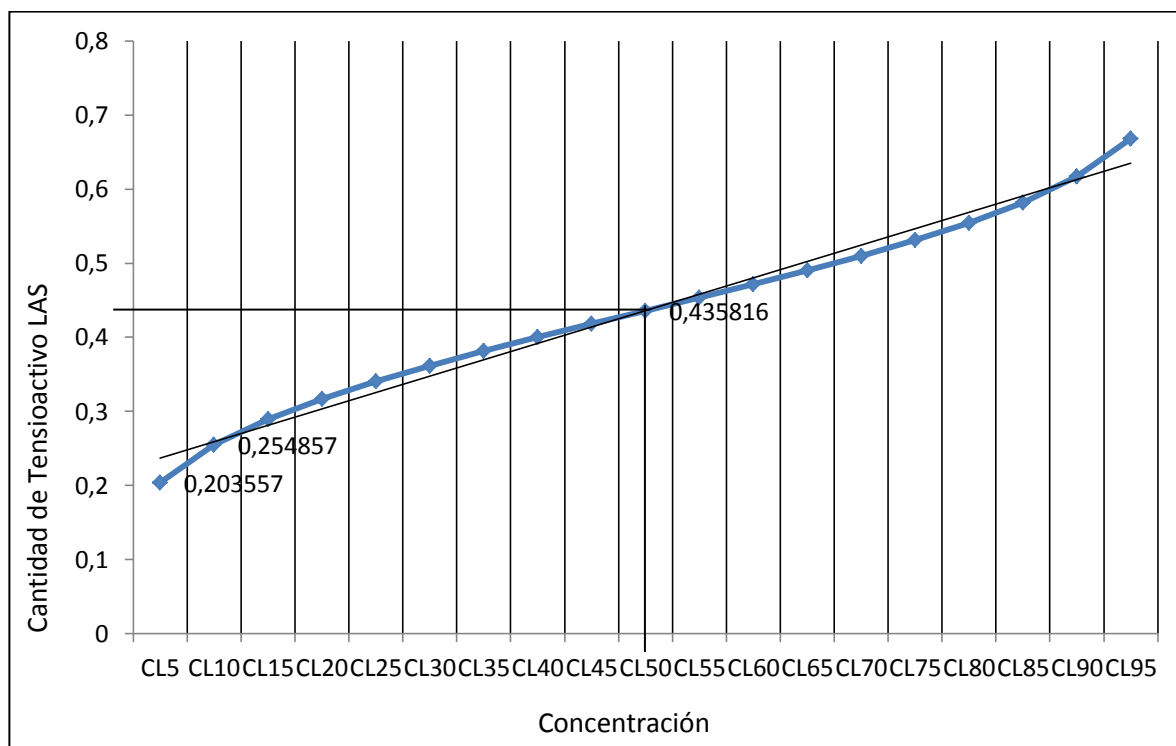
¹¹⁶ PERAZA Russell y DELGADO Víctor; Op Cit. pp137,142.

¹¹⁷ TULAY Bakirela, OYA Keles, SUHEYLA Karatas, MUKADDES Zcand, GULHAN Turkmenb, AKIN Candanc Op.Cit. p. 179.

4.2 CONCENTRACIÓN LETAL 50 (CL₅₀)

El método probit utilizado para el presente experimento produjo los resultados que se muestran en el Anexo R, en donde se incluyen predicciones desde el CL_{0,1} hasta CL_{99,9}, en donde se puede observar que la CL₅₀ corresponde a una concentración del 0,4358 g LAS/L de agua. Con base en estos resultados fue posible construir la gráfica del modelo que se indica en la Figura 8.

Figura 8. Cálculo de la Concentración Letal cincuenta CL₅₀, del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, sobre larvas de *Rhamdia quelen*.



De igual manera, en esta figura se indica la CL₅₀ (0,435816 g de LAS/L de agua) muy cercana a la concentración real del tratamiento T4 (0,466 g LAS/L de agua), que causó el 50% de la mortalidad.

Con referencia a este tema, Peraza y Delgado.¹¹⁸ aseguran que los tensoactivos son ingredientes potencialmente peligrosos para la fauna acuática; estos autores, en un experimento con cuatro detergentes de uso domésticos biodegradables en la especie de bentos *Laeonereis culveri*, obtuvieron una CL₅₀, a 48 h de exposición de un detergente comercial biodegradable a base de sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, en un rango que va de 59,56 a 91,83 ppm; la

¹¹⁸ PERAZA Russell y DELGADO Víctor; Op. Cit. pp 140.

especie de bentos *Laeonereis culveri* es más susceptible al tensoactivo LAS que el *Rhamdia quelen*, debido a que la cantidad utilizada en este caso, es muy inferior a la obtenida en este trabajo.

En otro estudio, Iannacone y Alvaríño¹¹⁹ probaron el efecto de tres detergentes domésticos a base de sulfonato alquil aril de sodio lineal (LAS), correspondiente a los detergentes llamados blandos, con nombres comerciales Ace poder limón®, Ariel Limón®, Magia blanca®, sobre tres caracoles dulceacuícolas, cuyos valores de CL₅₀, con tiempo de exposición de 48 h, fueron: para *Melanoides tuberculata* 202,65, 225 y 199,50 mg/L respectivamente; para *Physa venustula* 75,89 y 66,97 mg/L en los dos primeros detergentes respectivamente; para *Heleobia cumingii* 78,80 y 87,07 mg/L, también en los dos primeros detergentes, respectivamente, que representan menos de la mitad en comparación a la CL₅₀ (0,466 g LAS/L agua) obtenida en el presente trabajo de investigación, por lo que se puede inferir que los detergentes analizados causaron mayor toxicidad al entrar en contacto con las tres especies de moluscos, que resultan más sensibles, en comparación con *Rhamdia quelen*.

Otro experimento de investigación, Coral¹²⁰ probó la toxicidad del sulfonato de alquilbenzeno de cadena lineal sódico, sobre neonatos de *Daphnia magna*, cuyo valor de CL₅₀, a 48 horas de exposición, fue un equivalente a 13,9 mg/L para Na(C₁₀ LAS), de 8,1 mg/L para Na(C₁₂ LAS) y de 1,22 mg/L para Na(C₁₄ LAS), presentando diferencias significativas ($p < 0,05$). Con base en estos resultados, los autores de dicha investigación afirman que la toxicidad aumenta a medida que la cadena de LAS es más larga. Teniendo en cuenta que en el presente experimento se probó el tensoactivo LAS (C₁₂) sobre *Rhamdia quelen*, es posible establecer que las diferencias en los resultados de CL₅₀ 48 h, seguramente se debe a que probó en diferentes especies, puesto que los neonatos de *D. magna* presentan mayor susceptibilidad al tensoactivo LAS, en comparación a las larvas de *R. quelen*.

4.3 NOEC y LOEC

“La NOEC se puede definir como la concentración más alta que no presenta diferencia significativa con el grupo control y la LOEC es la concentración más baja en la que se observa efecto significativo con el grupo control”¹²¹.

¹¹⁹ IANNAZONE José y ALVARIÑO Lorena. En: Efecto del detergente doméstico alquil aril sulfonato de sodio lineal (las) sobre la mortalidad de tres caracoles dulceacuícolas en el Perú, Ecología Aplicada, 2002 pp.81

¹²⁰ CORAL Verge., MORENO Alonso., Bravo José y BERNA José. En: Influence of wáter hardness, on the bioavailability and toxicity of linear alkilbenzene sulphonate (LAS), Chemosphere, Pergamon 2001. P. 1753 (1749-1757).

¹²¹ MOSCOSO Valentina. Determinación de toxicidad por Aluminio del efluente la planta potabilizadora del cebollar en el río Tomebamba, Utilizando ensayos Toxicológicos. Cuenca Ecuador. 2004. p. 167.

Según el análisis de varianza para la mortalidad (Anexo Y), con un nivel del 95% de confianza, las concentraciones presentaron diferencias significativas al ser comparadas con el tratamiento control. A partir de los datos consignados en la Tabla 1, se puede observar que la concentración del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal correspondiente a 0,036 g/L de agua causó una mortalidad de 1,389% de los individuos expuestos al tensoactivo, por lo tanto se infiere que ésta es la mínima concentración del tensoactivo aniónico LAS que causó efectos adversos sobre las larvas de *Rhamdia quelen*, demostrando la sensibilidad de esta especie a este tipo de productos, por lo tanto puede considerarse como la LOEC.

De lo anterior se deduce que la máxima concentración del tóxico que no causa efecto adverso sobre los organismos de prueba (NOEC) corresponde al tratamiento testigo, es decir una concentración de 0,0%, debido a que todos los tratamientos presentaron diferencias significativas y efectos adversos, ocasionando la muerte de los animales en diferentes porcentajes.

Según Warne y Dam¹²², una alternativa para la NOEC está siendo aceptada en trabajos de eco-toxicología; en la actualidad, valores de concentración de bajo efecto tales como la CE₅ y CL₅ tienen la aceptación más amplia como alternativas a la NOEC. Teniendo en cuenta este planteamiento y según los datos estimados mediante el modelo probit, la NOEC para esta investigación corresponde a 0,203557 g LAS/L de agua, equivalente a CL₅, como se muestra en la Figura 8, cuyos resultados en forma detallada se han consignado en el Anexo R. En el caso de LOEC, considerada como la concentración inmediatamente mayor que tiene diferencias significativas con el tratamiento control, se ha estimado la correspondiente a CL₁₀, es decir, la que causó una mortalidad del 10% de la población, con una concentración del 0,254857 g de LAS/L de agua.

Los resultados obtenidos a partir de los índices de toxicidad, muestran que el sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal causa efectos letales sobre el *Rhamdia quelen*, corroborando la sensibilidad de la especie, lo cual se puede visualizar en la Tabla 1 donde se muestra la mortalidad de los animales en la prueba toxicológica a diferentes concentraciones del tensoactivo LAS y en el Anexo Y donde se presenta la prueba Anova para la mortalidad; presentando diferencias significativas entre concentraciones, al ser comparadas con el tratamiento control, sin adición de LAS. Por lo tanto los detergentes, al estar presentes en el agua, son perjudiciales para los peces y otros organismos acuáticos.

¹²² WARNE., M. and DAM R. En:NOEC and LOEC data should no longer be generated or used. Australasian Journal of Ecotoxicology, Vol. 14, 2008p.4

La EPA¹²³, reporta un estudio sobre los efectos que causa el tensoactivo aniónico LAS, a diferentes cadenas alquílicas, sobre los siguientes organismos acuáticos; *Daphnia magna*, se calculó la NOEC en pruebas de toxicidad crónica, LAS (C₁₀), 9,8 mg/L, LAS (C₁₂), 0,58 mg/L, LAS (C₁₃), 0,57 mg/L, LAS (C₁₄) 0,1 mg/L, también se probaron en el pez *Pimephales promelas*, LAS (C₁₀), 14 mg/L, LAS (C₁₁) 6,4 mg/L, LAS (C₁₂), 0,67 mg/L, LAS (C₁₃), 0,1mg/L, LAS (C₁₄) 0,05 mg/L, observando que conforme aumenta la cadena alquílica, mayor es la toxicidad de LAS.

Esta misma entidad, también hace un reporte de la NOEC en pruebas de toxicidad crónica para algunos organismos acuáticos, utilizando detergentes comerciales basados en LAS como componente activo, cuya variable fue estimada para algunas algas: en *Chlamydomonas reinhardtii* una concentración de 12 mg/L, en *Chlorella kessleri* fue de 3,55 mg/L, en *Microcystis sp* fue 0,80 mg/L, para *Plectonema boryanum* se estimó en 15 mg/L, en *Desmodesmus subspicatus* el valor de NOEC fue de 7,7 mg/L y en *Selenastrum sp.*, con 3,8 mg/L, afectando el crecimiento y la densidad de la población. En el crustáceo *Ceriodaphnia sp*, se determinó una NOEC de 3,2 mg/L, afectando la movilidad en el medio acuoso; para peces *Danio rerio* la NOEC se estableció en una concentración de 2,3 mg/L; para *Poecilia reticulata* fue de 3,2 mg/L; en *Oncorhynchus mykiss* el valor de dicha variable fue 0,34 mg/L y en *Tilapia mossambica* se estimó en 0,25 mg/L. En todos los casos, los organismos presentaron mortalidad y afecciones en la reproducción. De estos estudios se puede deducir que la sensibilidad es variable en los diferentes organismos acuáticos, donde la resistencia es mayor en autótrofos que en heterótrofos; sin embargo, todos los organismos acuáticos resultan afectados por la exposición de LAS, corroborando el afecto adverso que provoca esta sustancia en el agua.

4.4. PRUEBAS DE CALIDAD DE AGUA

4.4.1 Alcalinidad. Los datos de la alcalinidad, obtenidos del ensayo de toxicología de LAS sobre la especie *Rhamdia quelen*, se pueden observar en el Anexo D, donde se presenta la desviación estándar, el error estándar, coeficiente de variación, para cada una de las concentraciones y horas en donde se midió este parámetro físico-químico con un valor mínimo de 34 y un máximo de 52mg CaCO₃/L.

En la Tabla 2 se muestran promedios generales, que representan el comportamiento de la alcalinidad para cada uno de los tratamientos; 35,266 mg CaCO₃/L para el tratamiento testigo que no tuvo adición de sulfonato de alquilbenzeno de cadena lineal, la alcalinidad para la concentración media (0,466 g LAS/L de agua) fue 43,444 mg CaCO₃/L, la alcalinidad correspondiente a la

¹²³ UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA) p 23.

concentración 1,111 g LAS/L de agua tuvo un valor de 51,333 mg CaCO₃/L fue mayor, respecto a los demás tratamientos, infiriendo que a mayor inoculación de tensoactivo en el agua, mayor es la alcalinidad; todos con baja variabilidad (CV máximo 0,5423%). El error estándar es bajo para todos los tratamientos, oscilando entre 0,1667 y 0,1911, cuyo coeficiente de variación oscila entre 0,3378% en el T7, hasta 0,5423 en el T1 (testigo), con una clara tendencia a disminuir en las dosis superiores, que tomaron un coeficiente de variación menor.

El análisis de varianza muestra que esta variable registró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los grupos de unidades experimentales pertenecientes a los diferentes tratamientos; de igual manera, según la prueba de Tukey, se pudo demostrar que las diferencias de medias son significativas en todos los tratamientos (Anexo U).

Tabla 2. Valores promedio de Alcalinidad en diferentes concentraciones de LAS.

Concentración g LAS/L agua	Promedio mg CaCO ₃ /L	ES mg CaCO ₃ /L	CV %
0,000	35,266 ^a	± 0,1911	0,5423
0,036	37,266 ^b	± 0,1911	0,5131
0,251	40,466 ^c	± 0,1911	0,4713
0,466	43,444 ^d	± 0,1757	0,4044
0,681	45,333 ^e	± 0,1667	0,3676
0,896	49,333 ^f	± 0,1667	0,3378
1,111	51,333 ^g	± 0,1667	0,3247

Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$)

Aún cuando las diferencias entre tratamientos son significativas, para esta variable, sus valores promedio se encuentran dentro de los parámetros recomendados por Graeff¹²⁴, quien menciona que el jundiá *Rhamdia quelen*, requiere entre 30-60 mg/L de CaCO₃, cuando el agua tiene una baja alcalinidad, por debajo de 30 mg/L de CaCO₃, las aguas presentan grandes variaciones de pH; sin embargo los efectos de incremento que causó el sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, a medida que incrementó la concentración, resultó perjudicial para la especie.

Es oportuno recordar, en este sentido, que en la mayor parte de los ambientes acuáticos, la alcalinidad es debida exclusivamente a la presencia de bicarbonatos, y que valores elevados de alcalinidad están asociados a procesos de descomposición de materia orgánica y a la alta tasa de respiración de microorganismos, liberación y disolución de gas carbónico CO₂, en el agua, la

¹²⁴ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit. p 22.

mayoría de las agua naturales presentan valores de alcalinidad en la tasa de 30 a 500 mg/CaCO₃¹²⁵, rango que resulta muy amplio para la mayoría de las especies acuáticas.

También es importante referir el estudio realizado por Torres y Rocha¹²⁶, con diferentes niveles de alcalinidad del agua, quienes observaron diferencias significativas entre tratamientos, con relación al crecimiento y la ganancia de peso en larvas de tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), mantenidas en alcalinidad de > 40 mg CaCO₃/L; la alcalinidad donde se obtuvo mejores niveles de producción fue 32,58 mg CaCO₃/L; rango muy cercano al probado en el tratamiento testigo (T1) de esta investigación.

4.4.2 Dureza. En el Anexo B, se presenta la desviación estándar, el error estándar, coeficiente de variación, para cada una de las concentraciones y horas en donde se monitoreó este parámetro físico-químico, también se puede observar la Tabla 3 donde se muestra el promedio general del comportamiento de esta variable, por un tiempo experimental de 48 horas, obteniéndose un rango entre 30,333 en el tratamiento testigo y un máximo de 41,667 mg CaCO₃/ L en la máxima concentración de LAS. Este parámetro se vio afectado por la inoculación del tensoactivo LAS, causando un aumento, cuando la concentración del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal es mayor por ello se puede afirmar que el tensoactivo aniónico LAS, causa alteraciones cuando es inoculado en el agua.

El error estándar para la dureza es bajo para todas las concentraciones, con valores que van desde 0,1667 hasta 0,1703 de mg CaCO₃/L; el coeficiente de variación tomó valores inferiores a uno, oscilando entre 0,4000 y 0,54955; las dosis más altas del tensoactivo tomaron un coeficiente de variación menor.

Los resultados del análisis de varianza, que se resumen en el Anexo V, muestran que esta variable registró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los grupos de unidades experimentales, pertenecientes a los diferentes tratamientos; de igual manera, según la prueba de Tukey, se pudo demostrar que las diferencias de medias son significativas en todos los tratamientos.

¹²⁵ MORAES, Peterson. Tratamiento biológico de efluentes líquidos.(Disertação) Universidad Federal das Campinas.Facultade de Ingenhaeria civil IUNICAMP. 2008. p1.

¹²⁶ TORRES, Nilton e Rocha, Odete., Influência da alcalinidade da água sobre o crescimento de larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 Perciformes, Cichlidae). Acta Scientiarum. Biological Sciences. Maringá, v. 26, no. 2, 2004 p.166

Tabla 3. Resultados, para la Dureza en diferentes concentraciones del tensoactivo LAS.

Concentración g LAS/L agua	Promedio mg CaCO ₃ /L	ES mg CaCO ₃ /L	CV %
0,000	30,333 ^a	± 0,1667	0,5495
0,036	32,333 ^b	± 0,1667	0,5155
0,251	34,377 ^c	± 0,1703	0,4952
0,466	36,667 ^d	± 0,1667	0,4545
0,681	38,333 ^e	± 0,1667	0,4348
0,896	40,333 ^f	± 0,1667	0,4132
1,111	41,667 ^g	± 0,1667	0,4000

Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$)

Townsend, citado por Torres y Rocha¹²⁷, estudiando el bagre Americano, verificó que valores de dureza en el agua, entre 40 y 70 mg CaCO₃/L, interfieren en el crecimiento y supervivencia del *Rhamdia quelen*. Estos valores superan los registrados en el presente estudio, lo cual indicaría que no es una variable que haya ocasionado la muerte de los animales.

“La dureza del agua está determinada por el contenido de sales de calcio y magnesio, estrechamente ligados con los iones carbonato (CO₃⁻²) y Bicarbonato (HCO₃⁻)”¹²⁸. Según la clasificación de las aguas, para todos los tratamientos se observa que, estas son blandas y está dentro de los rangos, en los que la especie *Rhamdia quelen* en estado de larva puede crecer y desarrollarse.

“La dureza es frecuentemente utilizada para caracterizar la cantidad de un determinado, tipo de agua, principalmente de los iones Ca y Mg que están combinados al carbonato y al bicarbonato, pudiendo estar asociadas al sulfato y Cloreto; la dureza es expresada en CaCO₃, las larvas de *Rhamdia quelen*, crecen mejor en agua con dureza entre 30 mg/L de CaCO₃, en aguas más duras se puede presentar mortalidad”¹²⁹, por ende, puede afirmarse que el sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, al ser un derivado del sulfato, afecta las cantidades de sulfato en el agua lo que afecta este parámetro.

4.4.3. Potencial de Hidrógeno (pH). En la Tabla 4 se presenta un promedio general del comportamiento del pH para cada una de las concentraciones experimentales mostrando cómo actúa, el pH respecto a las cantidades de

¹²⁷ TORRES Nilton e Rocha Odete. Op. Cit. p 66.

¹²⁸ VINATEA. Luis. Op.Cit. . 33-34.

¹²⁹ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit. p 12.

tensoactivo disueltas en el agua, como puede observarse, para el T1 sin adición de LAS, el pH, toma un valor del 7,2623, mientras que para la adición del T4, el pH tiene un aumento respecto al tratamiento control con un valor de 7,4655 y por último el T7, con un promedio máximo respecto a las demás concentraciones (1,111 g LAS/L de agua), con 7,6456 de pH, infiriendo que el pH, presenta cambios con tendencia a básico, cuando el agua contiene sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal. Es importante resaltar que el error estándar es muy bajo para todos los tratamientos oscilando en un rango entre 0,00206 y 0,00207, además, el coeficiente de variación fue menor tomando valores inferiores a uno, con valores entre 0,02712 y 0,02833.

Los datos del pH, obtenidos de la prueba toxicológica, de LAS sobre la especie *Rhamdia quelen*, se pueden observar en el Anexo H, donde se presenta la desviación estándar, el error estándar, coeficiente de variación.

En el Anexo W se presentan los resultados del pH al realizar el análisis de varianza, se muestra que esta variable registró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los grupos de unidades experimentales que recibieron las distintas concentraciones de LAS. De manera similar, en la prueba de Tukey se pudo demostrar que las diferencias de medias son significativas en cada uno de los tratamientos al ser comparados con los demás, de donde se puede deducir que el pH aumenta al incrementar la concentración de LAS, lo cual indica que el tensoactivo utilizado en este experimento, cambia las condiciones del ambiente acuático, en este caso, incrementando el pH causando alteraciones a nivel metabólico en los animales de prueba

Tabla 4. Valores promedios de pH, a diferentes concentraciones de LAS.

Concentración g LAS/L agua	Promedio pH Unidades	ES Unidades	CV %
0,000	7,2623 ^a	± 0,00206	0,02833
0,036	7,3323 ^b	± 0,00206	0,02806
0,251	7,3923 ^c	± 0,00206	0,02783
0,466	7,4655 ^d	± 0,00206	0,02755
0,681	7,5222 ^e	± 0,00207	0,02756
0,896	7,5822 ^f	± 0,00207	0,02735
1,111	7,6456 ^g	± 0,00207	0,02712

Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$)

El rango tolerable de pH, para bagre es de 6,5-9,0, encontrándose en la mayoría de aguas naturales¹³⁰. En el cultivo de *Rhamdia quelen* en la fase larval, el rango recomendable para la especie es de 7,5 a 8,5; en la etapa de alevinaje, advirtiéndose que se debe evitar grandes variaciones de pH. Los alevinos pueden sobrevivir en tasas de 5,0 a 9,0; fuera de estos valores se pueden presentar problemas, lo que puede llevar a una reducción en el crecimiento o a la muerte¹³¹.

Según el trabajo realizado por Imues et. al.¹³², estudiando el efecto de un detergente comercial sobre juveniles de *Piaractus brachipomus*, los valores de pH oscilaron entre 6,55 y 7,55, modificando las condiciones del agua de ligeramente acida a básica. Estos autores afirman que estos cambios alteran las funciones fisiológicas pudiendo llegar a causar la muerte, sin embargo, en esta investigación, el pH fue básico, con tendencia ligeramente alcalina (7,26 a 7,65), niveles que están dentro de los rangos tolerables para la especie en estudio, sin que haya claridad si esta variable ocasionó la muerte de los animales, por lo tanto se necesita realizar más investigaciones, para conocer los efectos producidos por el tensoactivo LAS.

Al respecto, Carvalho et. al.¹³³, indican que la tolerancia de esta especie al pH alcalino puede ser hasta pH 9,5 en etapa adulta; los alevinos también soportan una variación de pH en un rango de 4,0 a 8,5 la exposición del *R. quelen* a, aguas ácidas o alcalinas provoca una reducción de los niveles corporales de Na⁺ y K⁺, como ya se ha relatado para otros teleósteos de agua dulce.

El pH es una propiedad básica e importante que afecta a muchas reacciones químicas y biológicas; valores extremos de pH pueden originar la muerte de peces, drásticas alteraciones en la flora, la fauna y puede producir reacciones secundarias dañinas como cambios en la solubilidad de los nutrientes y formación de precipitados¹³⁴.

4.4.4. Conductividad. La conductividad reportada en la presente investigación, tiene un crecimiento ascendente cuando se adiciona el sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, afectando su comportamiento. El menor valor de conductividad se presenta en el tratamiento control (sin LAS), que fue de 11,2252 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$; sin embargo, los valores más altos se presentan cuando el tesoactivo se adiciona en cantidades mayores (0,681, 0,896, 1,111 g LAS/L), siendo la más alta de 15,3444 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, en el tratamiento de mayor contenido de LAS. La conductividad presentó

¹³⁰ MARTINES., Margarita., En: Evaluación del crecimiento de juveniles del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), (Tesis de Maestría)Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Marinas. 1999. pp.7.

¹³¹ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit. pp 11-12

¹³² IMUÉS. M.; GUERRERO C., MORA. A.; LASSO. A. Op cit., pp 90

¹³³ CARVALHO Levy, GOLOMBIESKI Jaqueline, CHIPPARI Adriana, BALDISSEROTTO Bernardo. Op. Cit. p.180.

¹³⁴ *Ibid.* p. 91

un aumento cuando se inoculó la mayor cantidad de tensoactivo, causado por la mayor presencia de iones en el agua. Es posible determinar que el error estándar es bajo para todos los tratamientos, oscilando entre 0,00205 y 0,00207, con coeficientes de variación entre 0,01351% y 0,01826%, notando una tendencia a disminuir en las concentraciones más altas. Esto demuestra un comportamiento homogéneo a lo largo de los experimentos que descarta influencia del manejo sobre los resultados.

En el Anexo X se presentan los resultados del análisis de varianza, en donde se muestra que esta variable registró diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los grupos de unidades experimentales pertenecientes a los diferentes tratamientos; de igual manera, según la prueba de Tukey se pudo demostrar que las diferencias de medias son significativas en todos los tratamientos.

Tabla 5. Promedio de la variable, conductividad, con Error estándar y coeficiente de variación.

Concentración g LAS/L agua	Promedio $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	ES $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	CV %
0,000	11,2252 ^a	$\pm 0,00205$	0,01826
0,036	12,0424 ^b	$\pm 0,00203$	0,01683
0,251	12,8124 ^c	$\pm 0,00203$	0,01683
0,466	13,6252 ^d	$\pm 0,00205$	0,02118
0,681	14,1778 ^e	$\pm 0,00207$	0,01462
0,896	14,9222 ^f	$\pm 0,00207$	0,01389
1,111	15,3444 ^g	$\pm 0,00207$	0,01351

Letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha = 0,05$)

Tal como afirman Pérez y Restrepo¹³⁵, la conductividad en el agua es una medida del flujo de electrones entre dos electrodos de 1 cm^2 , separados a una distancia de 1 cm ; los valores habituales de conductividad están de $5\ \mu\text{S}/\text{cm}$ a $50\ \mu\text{S}/\text{cm}$ en aguas de bajo contenido iónico y desde $500\ \mu\text{S}/\text{cm}$ para las fuertemente mineralizadas, un ejemplo de la variabilidad de la conductividad es lago District Water con dominancia de iones de Na^+ y Ca^+ , posee una conductividad de $112\ \mu\text{S}/\text{cm}$, el Malhan Tare, de aguas calcáreas con Ca^+ , HCO_3^- y el SO_4^{2-} , como iones dominantes presenta una conductividad de $10\ \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$.

En contraste con lo anteriormente mencionado, el agua utilizada en los experimentos de esta investigación, tiene un bajo contenido iónico, siendo de $11,2233\ \mu\text{S}/\text{cm}$ en el tratamiento testigo, y la máxima conductividad con la

¹³⁵ PÉREZ, Gabriel., RESTREPO Jhon, En: Fundamentos de limnología neotropical 2da edición; Editorial Universidad de Antioquia 2008. pp 225-228.

concentración más alta (1,111 g LAS) de 15,3467 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Según Graeff et. al.¹³⁶, el bagre *Rhamdia quelen* puede tolerar grandes variaciones de conductividad en etapa adulta; sin embargo, en etapa de larvicultura se recomienda que los niveles estén por debajo de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Estos reportes permiten afirmar que el rango de conductividad fue adecuado para la larvicultura del *Rhamdia quelen*.

“La conductividad es una expresión numérica de la capacidad del agua en conducir corriente eléctrica, depende de las concentraciones iónicas, también de la temperatura e indica, la cantidad de sales existentes en la columna de agua por lo tanto presenta una medida indirecta de la contaminación; en general niveles superiores a 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, indican ambientes con altos índices de contaminación”¹³⁷.

5.3.5 Temperatura. El promedio general (Tabla 6) para esta variable, se encuentra entre 22,8253 y 23,1056 $^{\circ}\text{C}$, el error estándar presenta valores entre tratamientos con $\pm 0,0592$ y $\pm 0,1143$ el coeficiente de variación, fue bajo (CV 0,5702 como máximo). Los datos de la Temperatura, obtenidos del experimento, se pueden observar en el Anexo J.

Tabla 6. Resultados de la temperatura con error estándar y coeficiente de variación.

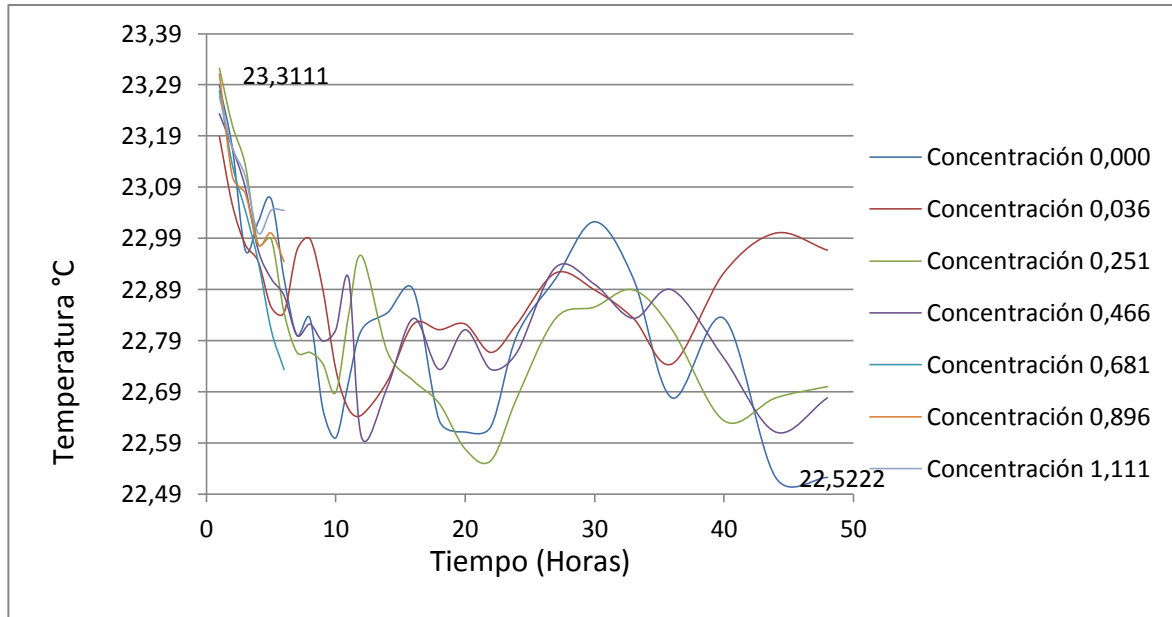
Concentración g LAS/L agua	Promedio $^{\circ}\text{C}$	ES $^{\circ}\text{C}$	CV %
0,000	22,8253	$\pm 0,1143$	0,5015
0,036	22,8711	$\pm 0,1157$	0,5062
0,251	22,8239	$\pm 0,1186$	0,5207
0,466	22,8462	$\pm 0,1301$	0,5702
0,681	22,9907	$\pm 0,0918$	0,4007
0,896	23,0704	$\pm 0,0915$	0,3971
1,111	23,1056	$\pm 0,0592$	0,2562

En la Figura 9, se representa a la temperatura, con los datos tomados de la medición, en el tiempo, de duración de la investigación de la prueba de toxicidad por un periodo de experimentación de 48 horas.

¹³⁶ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit. p. 11

¹³⁷ MORAES Peterson. Op. Cit. p.3e

Figura 9. Comportamiento de la variable Temperatura.



El valor de temperatura más alto (23,3111) reportado se encuentra a la hora 1, en el T3 correspondiente a la concentración 0,251 g LAS/ L de agua y el valor mínimo de temperatura se presentó en la hora 48 en el T1 concentración cero de LAS (22,5222), estas variaciones se presentaron debido a que las unidades experimentales se dejaron a temperatura ambiente, sin embargo, las siete concentraciones de LAS, fluctuaron entre los mismos rangos, mostrando semejanza entre experimentos.

“Sin lugar a dudas, la temperatura es la variable abiótica más importante, que afecta el crecimiento de larvas y juveniles, ya que altera el tiempo de las reacciones biológica, inclusive desde la fase de incubación. La larvicultura de *Rhamdia quelen* se puede realizar a temperatura del agua entre 17 y 27°C, sin causar ningún problema, resaltando que, cada vez que la temperatura se aproxima al límite superior, mayor será el desarrollo larval”¹³⁸. “El bagre *R. quelen* es viable y se adapta a diferentes ambientes, presenta fácil manejo en cautiverio, con gran potencial para la acuicultura y excelente crecimiento; para cultivo es importante que la temperatura del agua se mantenga dentro de un rango de temperatura que va de 17 a 29°C”¹³⁹.

¹³⁸ RUALES Carlos, CASTAÑEDA Germán En: Larvicultura de peces comerciales en sistemas de recirculación. Capítulo 12 .IDEA–Corporación Universitaria Lasallista. 2003. p.202

¹³⁹ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit. p 11.

Este parámetro estuvo dentro de lo establecido para la especie (*R. quelen*), la mortalidad no se atribuye a esta variable debido a que, la especie en estudio, es euritérmica y los cambios de temperatura fueron mínimos.

En el caso de los peces (poiquiloterms), los cambios de temperatura en el agua son más drásticos en su efecto que sobre los animales terrestres por las características físicas del agua (alta capacidad calórica) y el directo contacto de ella con todo el cuerpo, puesto que siempre hay una tendencia a que el calor generado en forma endógena por la actividad metabólica de los animales sea permanentemente traspasado por la temperatura del agua, enfriando el cuerpo de los animales hasta su equilibrio térmico con el ambiente acuático, las branquias representan una zona de gran pérdida de calor hacia el ambiente debido a la cercanía que hay entre el medio externo y la sangre de los animales. El efecto del cambio de la temperatura ambiental sobre la fisiología del animal dependerá de la diferencia de la temperatura, cuando estos se vuelve estresantes y de larga duración, los peces deben recurrir a sus mecanismos bioquímicos de adaptación, como la síntesis de isozimas que les permitirán mantener el funcionamiento de sus vías metabólicas en la nueva condición térmica, ya sea de aumento o disminución de la temperatura, en presencia de un agente tóxico, esta propiedad será inhibida dependiendo de la agresividad¹⁴⁰.

4.4.6 Oxígeno Disuelto (O.D). En la Tabla 7 se puede apreciar el comportamiento del oxígeno disuelto, representado en un promedio general, donde este presenta rangos que van desde 7,5056 (T7) hasta 7,5624 °C (T1), el error estándar y el coeficiente de variación presentaron valores bajos (ES 7,5624, CV 0,04854 como máximo), los datos obtenidos del ensayo de toxicología de LAS sobre el *Rhamdia quelen*, se muestran en el Anexo L.

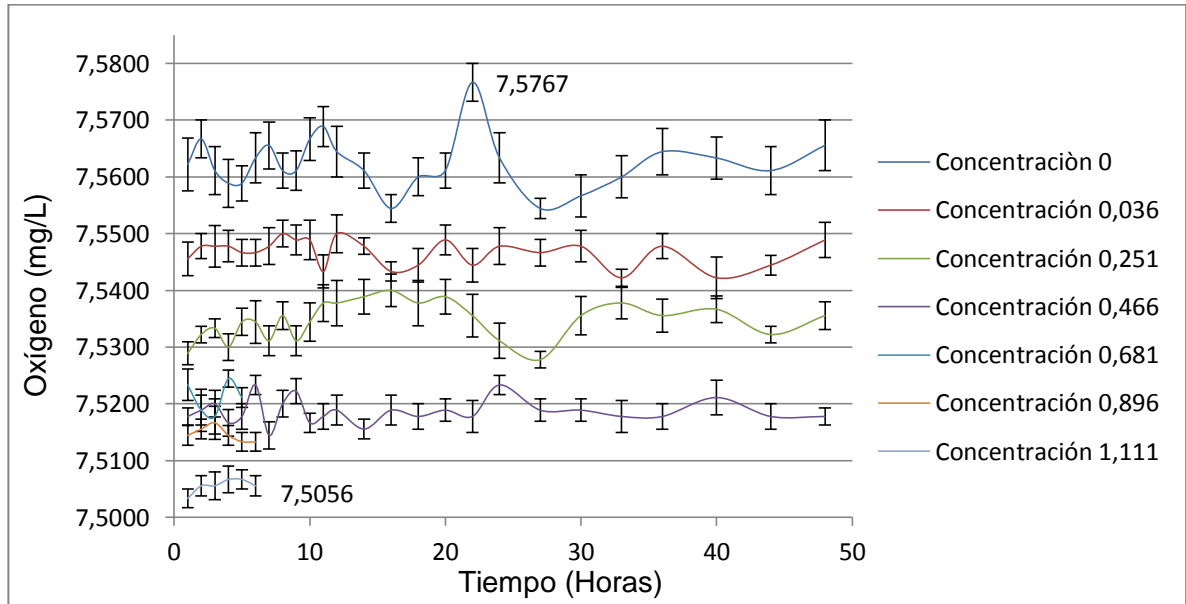
Tabla 7. Promedios del oxígeno disuelto con error estándar y coeficiente de variación.

Concentración g LAS/L agua	Promedio mg/L	ES mg/L	CV %
0,000	7,5624	± 0,00367	0,04854
0,036	7,5467	± 0,00266	0,03520
0,251	7,5346	± 0,00275	0,03647
0,466	7,5187	± 0,00220	0,02926
0,681	7,5206	± 0,00247	0,03286
0,896	7,5146	± 0,00192	0,03049
1,111	7,5056	± 0,00194	0,02582

¹⁴⁰TARIFEÑO Eduardo. Tipos de respuestas de adaptación En: Adaptaciones fisiológicas de animales marinos. 2000 p.371, 372

En la Figura 10, se observa el oxígeno disuelto para todos los tratamientos, representado mediante una línea de tendencia por un periodo de estudio de 48 horas.

Figura 10. Comportamiento del Oxígeno Disuelto.



En cuanto a las observaciones, se presentó que, se necesitó más aireación en las unidades experimentales se produjo mayor producción de espuma en la superficie de cada recipiente, de la misma manera se necesitó mayor producción de aire, para mantenerlo en un nivel óptimo, por lo tanto el tensoactivo sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal, afectó la interface agua/ aire, disminuyendo la tensión superficial.

La captación y difusión de oxígeno en animales acuáticos se realiza, mediante pliegues de la piel o integumento o estructuras anexas, tales como las branquias, estos tienen la capacidad de disminuir la distancia de la barrera de difusión para el oxígeno al poner casi en contacto directo el medio externo donde está el oxígeno (agua) y el medio interno que lo distribuye hacia los tejidos (sangre). Para aumentar la tasa de difusión de oxígeno hacia los tejidos, se necesita de un sistema, que ayude a circular la sangre con su alto contenido de oxígeno por el cuerpo del animal, para entregarlo directamente a los tejidos, esta función la cumplen los sistemas circulatorios abiertos o cerrados, con sus elementos estructurales de bombas impulsoras (corazón), conductos de paredes musculares (arterias y venas) y sistemas de control que regulan el flujo de sangre por los tejidos¹⁴¹.

¹⁴¹ TARIFEÑO Eduardo. Op., Cit. p.374.

De acuerdo al mismo autor, en este proceso interfieren moléculas especiales para el transporte de los gases (los pigmentos respiratorios) que presentan una afinidad reversible por el oxígeno en dependencia de la temperatura, del pH y de los niveles de CO₂ en la sangre. Estas moléculas tienen la función de tomar o captar las moléculas de oxígeno en los órganos respiratorios (branquias, pulmones, integumento) y transportarlas hasta los tejidos, donde su afinidad por el oxígeno disminuye como consecuencia en los cambios de las presiones parciales de CO₂ y del pH, y provocan la liberación de este gas para que quede disponible y pueda ser captado por las células y posteriormente movilizado hasta las cadenas respiratorias mitocondriales, como el último receptor de electrones.

Graeff.¹⁴² afirma que cuando el nivel de oxígeno disuelto está por debajo de 3mg/L, pueden haber impactos negativos en el crecimiento y supervivencia de la especie, sin embargo, el nivel óptimo para *Rhamdia quelen*, se encuentra en 7,5 mg/L; en estado larval la captación de oxígeno ocurre a través de la piel del pez, lo que facilita la captación de oxígeno.

En el transcurso del proyecto el oxígeno se mantuvo en el nivel óptimo para todos los tratamientos, sin embargo, hubo cambios significativos en el pH, lo que pudo haber afectado la captación y difusión, de oxígeno, además como ya se mencionó anteriormente las branquias, son el primer órgano afectado por el LAS, siendo el lugar de ingesta de contaminantes, afectando el metabolismo y la osmoregulación.

“El xenobiótico (LAS) ocasiona varios impactos sobre el ambiente como es la eutrofización, también causan problemas de espuma en aguas superficiales, lagos, ríos y plantas depuradoras de aguas residuales ocasionando interferencia en el proceso de mezcla del oxígeno atmosférico con el agua y disminución del oxígeno disuelto, disminuyendo la tensión superficial”¹⁴³.

4.4.7. Amonio. Los resultados del amonio, obtenidos a partir del monitoreo en el ensayo toxicológico del sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal en diferentes cantidades, sobre larvas de la especie *Rhamdia quelen*, se pueden observar en el Anexo N, donde se presenta la desviación estándar, el error estándar, coeficiente de variación, también puede observarse la Tabla 8 que muestra un promedio general.

¹⁴² GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit. p 11.

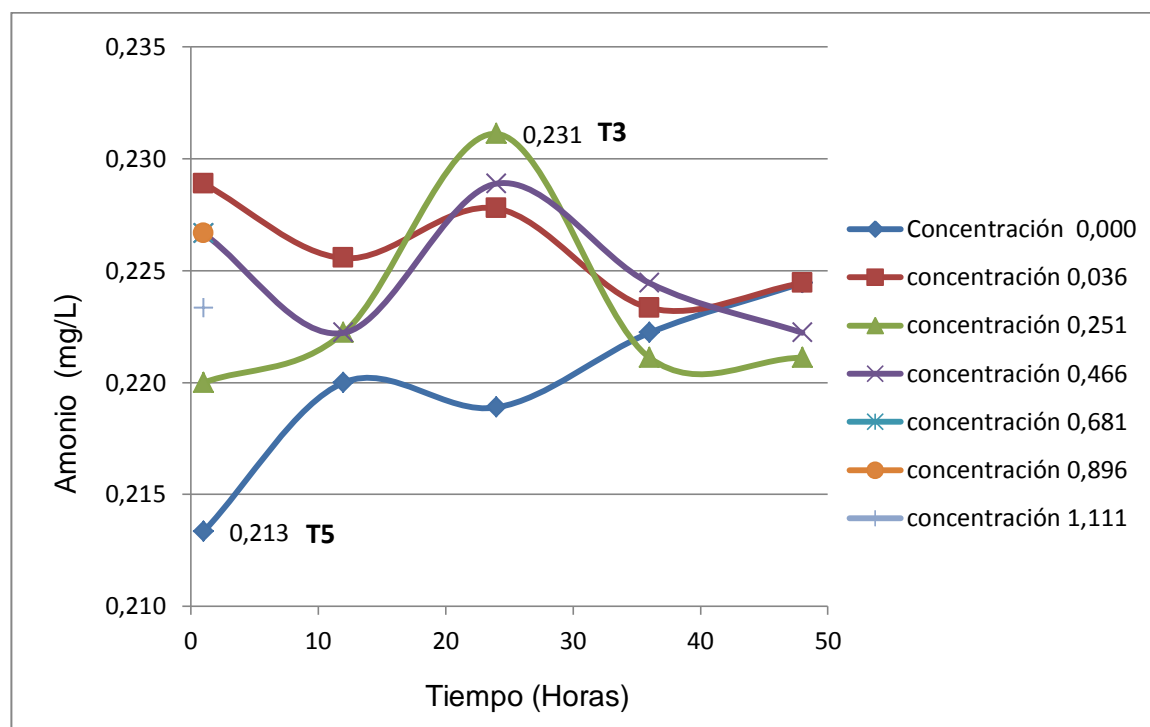
¹⁴³ PERAZA Russell y DELGADO Víctor; Op. Cit. pp. 138.

Tabla 8. Promedio general del amonio, con el error estándar y coeficiente de variación.

Concentración g LAS/L agua	Promedio mg/L	ES mg/L	CV %
0,000	0,244	±0,0039	1,6087
0,036	0,243	±0,0042	1,7506
0,251	0,243	±0,0041	1,7506
0,466	0,247	±0,0034	1,3802
0,681	0,252	±0,0022	0,8811
0,896	0,248	±0,0036	1,4703
1,111	0,250	±0,0037	1,4907

Los promedios generales para esta variable, son 0,243 (T2) y 0,252 (T5), el cálculo del error estándar, muestra valores, correspondientes a $\pm 0,0022$ y $\pm 0,0042$ y el coeficiente de variación con 0,8811 y 1,7506, fue bajo.

Figura 11. Comportamiento del Amonio total (NH₄) en el experimento.



Esta es una gráfica que indica el comportamiento del amonio en un periodo de ensayo de 48 horas, el amonio, se mantuvo entre los valores de 0,213 mínimo y 0,231 mg/L como máximo, estos tienen un comportamiento similar, por lo tanto se infiere que los experimentos, fueron homogéneos.

Graeff *et. al*¹⁴⁴ afirma que el amonio es un producto tóxico para el *Rhamdia quelen*, este se presenta en forma ionizada NH_4 , y en forma no ionizada NH_3 , denominado amoniaco, la cantidad de estas dos formas en el ambiente depende del pH, también de la temperatura del agua; en esta forma NH_3 , es más perjudicial para los peces debido a que es más tóxica, niveles de NH_3 , de 0,4 a 0,2 mg/L, dependiendo del pH, provocan la muerte en pocos días. Los valores aceptables de (NH_4) para *Rhamdia quelen* es 0,75 mg/L, el valor óptimo es menor a 0,3 mg/L.

Santinón *et. al*¹⁴⁵ realizó un experimento con larvas de *R. quelen*, el amonio se mantuvo en valores 0,27 mg/L, no se presentó ningún problema en el crecimiento y supervivencia de los animales, siendo óptimo para el crecimiento y supervivencia del *R. quelen*.

En el metabolismo del amonio intervienen el riñón, músculo, intestino, hígado y cerebro. A nivel renal el amonio se sintetiza en el túbulo proximal a partir de la glutamina y posteriormente se concentra en el intersticio medular de donde es liberado a la circulación sistémica o es utilizado para facilitar la excreción de protones. La síntesis renal es un proceso dinámico dependiente del pH y del aporte de nitrógeno, el cual se incrementa de manera significativa en la hemorragia de tubo digestivo, crisis convulsivas y ejercicio intenso. El hígado juega un papel fundamental en la degradación del amonio a través del ciclo de la urea. La arginina es un aminoácido esencial indispensable en el ciclo de la urea, en especial cuando la ingesta de nitrógeno es deficiente o cuando hay alteraciones de este ciclo. Las enzimas limitantes del ciclo de la urea son: Carbamoil fosfosintetasa (CPS), Ornitina transcarbamilasa (OTC), Argininosuccinato sintetasa (ASS), Liasa de ácido argininosuccínico y arginasa¹⁴⁶.

Los resultados obtenidos están dentro de los aceptables para la especie en estudio y la mortalidad no se atribuye a este parámetro, sin embargo se hace necesario, saber con mayor veracidad los daños causados a nivel histológico en órganos y tejidos, para confirmar afecciones internas y complementar la caracterización físico- química.

4.4.8 Nitrito. Los datos de esta variable de la calidad del agua pueden observarse en el Anexo P, que contiene, la desviación estándar, el error estándar, coeficiente de variación, para cada una de las concentraciones de LAS y en la Tabla 9 se observa el promedio general de su comportamiento (NH_2).

¹⁴⁴ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit. pp 13-14

¹⁴⁵ SANTINÓN, J.J.; HERNÁNDEZ, D.R.; SÁNCHEZ, S.; DOMITROVIC, H.A..Efecto de diferentes densidades de cría sobre el crecimiento y la supervivencia de *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes), Santinón J.J. *et al.*: Cría de peces. Rev. vet. 23: 1, 2012, p. 64-68.

¹⁴⁶ CARRILLO Raúl, NORIEGA María, SÁNCHEZ Rogelio, Amonio e hiperamonemia. Su significado clínico Revista de Investigación Médica Sur, México Vol. 15, núm. 3, 2008. p209.

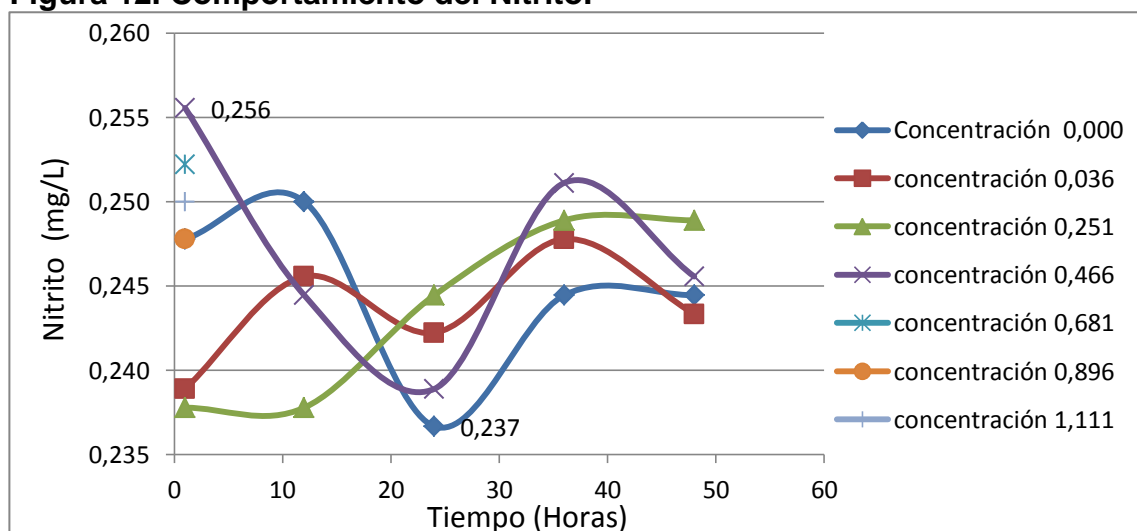
Tabla 9. Promedio general para Nitritos, con error estándar y coeficiente de variación

Concentración g LAS/L agua	Promedio mg /L	ES mg/L	CV %
0,000	0,244	±0,0039	1,6087
0,036	0,243	±0,0042	1,7506
0,251	0,243	±0,0041	1,7506
0,466	0,247	±0,0034	1,3802
0,681	0,252	±0,0022	0,8811
0,896	0,248	±0,0036	1,4703
1,111	0,250	±0,0037	1,4907

Ésta tabla contiene los promedios generales del comportamiento del nitrito, donde este presentó valores entre 0,243 (T2) y 0,250 (0,250), el error estándar fluctuó entre ±0,0022 (T5) y ±0,0042 (T2), el coeficiente de variación tuvo valores entre 0,8811 y 1,7506, demostrando así la homogeneidad de los datos a lo largo de la investigación.

En la Figura 12 se obtuvo un pico, respecto a los demás tratamientos, en el (T4) con 0,256 mg/L a la hora uno, y un valor mínimo de 0,237 mg/L, la hora 24.

Figura 12. Comportamiento del Nitrito.



Los niveles de nitrito (NH_2), son perjudiciales para el *Rhamdia quelen*, cuando su valor está presente de 0,5 a 1,0 mg/L, los rangos aceptables son menores de 0,2

a 0,45mg/L¹⁴⁷, por lo tanto puede afirmarse que el nitrito estuvo dentro de los rangos adecuados para la especie.

“El Nitrito es un contaminante tóxico para los peces. La temperatura, el pH y el oxígeno disponible; el tamaño y la condición física del pez influyen en la toxicidad del nitrito. Esta se atribuye a modificaciones morfológicas y funcionales; el nitrito provoca metahemoglobinemia con subsecuente anoxia tisular que si es aguda causa la muerte y si es suave reduce su capacidad para tolerar la acción de estresores adicionales”¹⁴⁸.

De acuerdo con Tarifeño¹⁴⁹, cuando un individuo detecta un cambio en su ambiente, el tipo de respuesta de adaptación dependerá de la intensidad y de la duración de dicho cambio, este puede ser de baja intensidad o de alta intensidad. Mientras que la duración corresponde al tiempo durante el cual permanece el cambio, ya sea de corta (aguda) o larga duración (crónica). También es importante la forma como responden los individuos al cambio ambiental, es decir, la velocidad con la cual ocurre la modificación de las condiciones ambientales. Los cambios ambientales serán más estresantes si ellos ocurren rápidamente, comparado con los cambios graduales que darán más tiempo para que el individuo se adapte a las nuevas condiciones, se pueden distinguir las siguientes categorías en los rangos del cambio ambiental.

- Zona óptima es un rango de cambio ambiental donde la función se realiza con la máxima eficiencia; menor gasto energético
- La zona de tolerancia, rango del cambio ambiental que no afecta la fisiología del animal, pero la función se cumple con menor eficiencia que la zona óptima.
- Zona de resistencia, rango del cambio ambiental en la cual los procesos fisiológicos normales no son suficientes para mantener la homeostasis del individuo y se deben realizar modificaciones en los procesos biológicos para lograr la supervivencia del animal
- zona letal, rangos ambientales en los cuales las respuestas de adaptación no son suficientes y el animal no logra mantener la homeostasis y muere.

En este trabajo, se presentaron cambios de alta densidad, de corta duración (aguda), causados por la disolución del tensoactivo aniónico LAS, causando modificación en las variables de la calidad del agua, originando diferencias significativas en la alcalinidad, la dureza, el pH y la conductividad; los cambios en el agua fueron estresantes debido al cambio inmediato que ejerció esta sustancia, lo cual puede apreciarse con la mortalidad de los animales en los tratamientos

¹⁴⁷ GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., Op. Cit. pp 14

¹⁴⁸ ESPINA Sonia y ALCARAZ Guillermina ¿Es toxico el nitrito?. Revista Acta Toxicológica. Argentina (1995) 3 (1) p 2

¹⁴⁹ TARIFEÑO Eduardo. Op.,Cit.p370

con mayor concentración T5, T6 y T7(Tabla 1), con mortalidades en las primeras seis horas en los tres experimentos, por esto se puede deducir que de acuerdo a los rangos de cambios ambientales, estos fueron letales.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.

La mortalidad presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) en todas las concentraciones, aumentando a medida que incrementa el contenido de LAS, la cual se atribuye al daño que ocasiona el tensoactivo en las membranas celulares, los procesos de respiración y los efectos adversos ligados a los tejidos branquiales y al riñón, además del estrés físico causado por la modificación en las condiciones del agua.

La menor concentración de LAS (0,036 g LAS/L) produjo una mortalidad de 1,389% de los animales expuestos al tensoactivo; la concentración de 0,251 g LAS/L, causó una mortalidad de 9,259%, la concentración 0,466 g LAS/L causó una mortalidad de 50%, de esto se infiere que, estas concentraciones causaron efectos adversos sobre los animales de prueba, produciendo mortalidades.

El modelo Probit permitió predecir los resultados desde el $CL_{0,1}$ hasta $CL_{99,9}$ en donde se puede observar que la CL_{50} , corresponde a una concentración de 0,4358 g LAS/L de agua, por lo tanto esta es la concentración que causa la mortalidad al 50% de los animales expuestos (larvas de *R. quelen*), al estar en contacto con el sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal; las concentraciones de 0,681, 0,896 y 1,111 g de LAS/L agua, produjeron mortalidades del 100% de la población experimental, infiriendo que son letales para la especie de bagre *Rhamdia quelen*, en la etapa de larva.

Las concentraciones estimadas a través del modelo Probit, para la NOEC nivel de tóxico sin efecto adverso observado fue igual a 0,2035 g LAS /L de agua y la LOEC dosis mínima que produce un efecto, es equivalente a 0,2548 g LAS /L de agua; también las variables de calidad del agua alcalinidad, dureza, pH y conductividad, presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), las variables de calidad de agua presentaron un comportamiento, con tendencia clara a incrementar a medida que aumenta la concentración de LAS, pero con baja variabilidad a través del período experimental

6.2 RECOMENDACIONES.

Concientizar a la población sobre el uso moderado de los detergentes, debido a que estos son causantes de la eutrofización de los cuerpos de agua, disminuyen la tensión superficial afectando la calidad del agua y son los contaminantes más comunes de las zonas urbanas, por lo tanto, la biota acuática es la más afectada cuando se vierten estas sustancias tensoactivas en forma de aguas residuales, que muchas veces no son tratadas, aumentando los niveles de toxicidad.

Desarrollar estudios con las concentraciones establecidas en la presente investigación (0,036; 0,251; 0,466; 0,681; 0,896; 1,111 g LAS/L de agua) en especies ícticas nativas y otras especies acuáticas del trópico colombiano.

Adelantar pruebas toxicológicas agudas y crónicas con LAS, en las que se incluyan pruebas histológicas para determinar los daños causados en los tejidos por este tensoactivo aniónico, además de afectaciones en el crecimiento, ganancia en peso, ingesta y eficacia reproductiva, debido a la escases y limitación del conocimiento sobre los daños causados a la biota acuática.

Probar la toxicidad del tensoactivo en diferentes estadíos de la especie *Rhamdia quelen*, y otras especies ícticas nativas de Colombia, utilizando productos detergentes comerciales, debido a que los componentes como aditivos, coadyuvantes, agentes en suspensión, agentes reforzadores, silicatos, alcalinizantes, fosfatos, en otros, que se usan actualmente, también hacen parte de la contaminación y de los efectos adversos sobre las especies acuáticas.

Complementar a las pruebas de calidad de agua realizadas en este trabajo, con pruebas, para la detección de sulfato SO₄, para observar los cambios que presenta al adicionar el Sulfonato de Alquilbenceno de cadena Lineal y conocer en qué niveles puede aumentar, de acuerdo a la adición de las diferentes concentraciones de LAS.

Realizar estudios sobre la detección de residuos de sulfonato de alquilbenceno de cadena lineal LAS sobre tejidos, en organismos acuáticos en pruebas de toxicidad crónica, utilizando métodos avanzados de detección.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERT A. L. En: Contaminación ambiental, origen, clases, fuentes y efectos. Sociedad mexicana de Toxicología, A.C. Xalapa, 1995, p 37-52

ANNACONE José y Alvaríño Lorena, En: Efecto del detergente doméstico alquil aril sulfonato de sodio lineal (LAS) sobre la mortalidad de tres caracoles dulceacuícolas en el Perú, Ecología Aplicada, 1(1), 2002. pp. 81-87

AMARAL-JUNIOR, H. GARCIA, S. LEMOS DE MELLO, G. En: Jundiá Um peixe sob medida para a Região Sul do Brasil. Panorama da AQUICULTURA, marzo, abril, 2011. p 46-49.

BAILÓN, R. Ingeniería del conocimiento y vigilancia tecnológica aplicada a la investigación en el campo de los tensoactivos: Desarrollo de un Modelo Científico unificado. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería química 2003. Pp 308.

BAKIREL T, KELES O, KARATAS S, ÖZCAN M, TÜRKMEN G, CANDAN A. Effect of linearalkylbenzene sulphonate (LAS) on non-specific defense mechanisms in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquatic Toxicology. 2005; p. 175-181.

Barandica Lilian y Tort Luis. Neuroendocrinología e inmunología de la respuesta al estrés en peces, Revista. Académica. Colombiana de Ciencias, ISSN 0370-3908, 2008, p. 267-284.

BERTOLETTI, E. Toxicología, En: Ensaio biológicos com organismos aquáticos a e sua ação no controle da poluição. Sao Paulo: Companhia de tecnologia de saneamiento ambiental. 1990 p 50.

BOMBARDELLI R-A, MÖRSCHBÄCHER E, CAMPAGNOLO R., SANCHES E., SYPPERRECK M-A. En: Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de jundiá cinza, *Rhamdia Quelen* (Quoy & Gaimardm, 1824). Revista Brasileira de Zootecnia. Sociedade Brasileira de Zootecnia ISSN impresso: 1516-3598. ISSN on-line: 1806-9290. Bras. Zootec., v.35, n.4, 2006, p.1251-1257,

BOTELLO A, RENDÓN J, GOLD G, AGRAZ C, Contaminación del agua En: Contaminación e impacto ambiental diagnóstico y tendencias Ed. Universidad Autónoma de México, p 655.

BKH CONSULTING ENGINEERS. The use of existing data for estimation of the maximum tolerable environmental concentration of LAS, Part I: main report. Delft [Netherlands]; 1993. p. 232

BALDISSEROTTO., B. RANDUNZ., N. BARCELLOS.,L. En: Espécies Nativas para piscicultura en el Brasil.Jundiá (Ramdia sp.). 2da Edición Revista Ampliada. Editorial:UFMSM Santa María 2013. p.301-333

CANTARERO Antonio., En: Determinación de tensoactivos aniónicos en matrices ambientales, comportamiento del jabón en una parcela agrícola. Tesis Doctoral. Universidad de Granada, Departamento de química analítica Editorial Universidad de Granada ISBN 978-84-693-1319., 2010.p. 608.

CARRILLO Raúl, NORIEGA María, SÁNCHEZ Rogelio, Amonio e hiperamonemia. Su significado clínico Revista de Investigación Médica Sur, México Vol. 15, núm. 3, 2008. p 209 -212

CARVALHO- GOMES L., GOLOMBIESKI J., CHIPPARI –GOMES A., BALDISSEROTTO. B .En: BIOLOGY OF Rhamdia quelen (TELEOSTEI, PIMELODIDAE). Ciência Rural, Santa Maria, v. 30, n. 1, p. 179-185, 2000, ISSN 0103-8478. p. 179.

CASTIGLIONI, M. y COLLINS, P. En: Efecto de un detergente biodegradable en agua en la reproducción de *Daphnia magna*. The Biologist (Lima). Vol. 8, Nº1, enero-junio 2010 p. 43-53

CANTON; R. WEINGARTNER; M. MACHADO FRACALOSI D.ZANIBONI FILHO, E. En: Influência da frequência alimentar no desempenho de juvenis de jundiá. Revista Brasileira de Zootecnia On-line version ISSN 1806-9290 R. Brasil.

CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo. 2009 p. 43.

CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), Resolução no 357, de 17 de março de 2005 Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, Brasil. p. 58-63

CORAL Verge., MORENO Alonso., Bravo José y BERNA José. Influence of wáter hardness, on the bioavailability and toxicity of linear alkilbenzene sulphonate (LAS), Chemosphere, Pergamon 2001. p. 1749-1757

CUBAS Karina., En: Correlação entre fator de toxicidade e parâmetros físico-químicos para efluentes domésticos tratados. Dissertação Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2012.p 95.

DÍAZ, María. SOBRERO, María y GRANADOS, Yolanda. Aseguramiento y control de calidad de bioensayos. En: Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de

calidad de aguas; Estandarización, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones. México: Gabriela Castillo Morales, 2004. p.139.

ESPINA Sonia y ALCARAZ Guillermina ¿Es toxico el nitrito?. Revista Acta Toxicológica. Argentina (1995) p 2 – 4.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Air Pollution Control Cost Manual. Section 4 Chapter 2. Office of Air Quality Planning and Standards. 02 ed. U.S, 2002.[Cited 23 July 2012]. Available from Internet: <http://www.epa.gov/ttn/catc/dir1/cs4-2ch2.pdf>

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.Short-term methods for estimating the chronic toxicity of effluentsand receiving waters to freshwater organisms. 3 ed. Environmental Monitoring Systems Laboratory,U.S, Environmental Protection Agency,1994.15p.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). LAS Linear Alkylbenzene Sulphonate (CAS No. 68411-30-3). Revised ENVIRONMENTAL Aspect of the Report (2013). p.56.

FERREIRA Carla, Seleção de métodos biológicos para a avaliação toxicológica de efluentes industriais, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte 2009.p 48.

FLORES Carolina. Respuestas neuroendócrinas al estrés en peces teleósteos. Revista de ictiología, ISSN 0327-6090 2002 p.57-78.

FILIFE, E.J. Quando al moléculas se au-organizam: Micelas e outras estruturas supramoleculares. En: Coloquio de Ciencias Nº 18, Fundação calouste Gulbenkian, 1996. p. 25-38.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Aspectos económicos del procesamiento y uso de ensilados de pescado. Documento técnico de pesca. [En línea] Roma, Italia. [Citado 16 de enero 2012]. Disponible en Internet. URL: <http://www.fao.org/ag/AGa/AGAP/FRG/APH134/cap4.htm>

FUKUSHIMA, H. ; BAILONE, R.L. ; WEISS, L.A. ; MARTINS, M.L. ; ZANIBONI-FILHO, E. . Triploidy in the hematology of jundia juveniles (Siluriformes: Heptapteridae). Brazilian Journal of Biology (Impresso), v. 72, p. 147-151, 2012.(Pg. 147) Disponible en Internet. URL:(http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151969842012000100017&lng=en&nrm=iso&tlng=en)

GALVIS, G. MOJICA, J. DUQUE, S. CASTELLANOS, C. SÁNCHEZ, P. ARCE, M. GUTIERRES, A. JIMENEZ, L. SANTOS, M, VEJARRANO. S, ARVELÁES.

PRIETO, E. LEIVA, M. Peces del medio Amazonas, región de Leticia. Conservación internacional serie de guías tropicales de campo N° 5. Conservación internacional. Editorial Panamericana, Formas e impresos Bogotá, Colombia. 2006. p 548.

GRAEFF A., SEGALIN C., PRUNER E., JUNIOR H., En: Producción de alevinos de jundiá (*Ramdia quelen*). Boletín técnico No. 140. Editora GMC/EPAGRI. ISSN 0100-7416. 2008. p. 34

GHIRALDELLI, L. MACHADO, C. MACHADO FRACALOSI D. ZANIBONI FILHO E. En: Desenvolvimento gonadal do jundiá, *Rhamdia quelen* (*Teleostei, Siluriformes*), em viveiros de terra, na região sul do Brasil. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal Sistema de Información Científica. Acta Scientiarum. Biological Sciences, vol. 29, núm. 4, 2007, p. 349-356.

GOMES Adriana, GOMES Levy, BALDISSEROTTO Bernardo. LETHAL TEMPERATURES FOR *Rhamdia quelen* LARVAE (PIMELODIDAE). **Cienc. Rural** vol.30 no.6 Santa Maria Nov./Dec. 2000 pp. 1070(1069-1071)

IMUÉS . M.; GUERRERO C., MORA. A.;LASSO. A.; Efecto del sulfonato de alquilbenceno sobre la supervivencia de la cachama blanca (*piaractus brachypomus*). En: Revista Investigación Pecuaria, Universidad de Nariño; Facultad de ciencias pecuarias, investig.pecu. 2013; 2 (2): 2013., p. 85-91.

IANNACONE José y ALVARIÑO Lorena. En: Efecto del detergente doméstico alquil aril sulfonato de sodio lineal (las) sobre la mortalidad de tres caracoles dulceacuícolas en el Perú, *Ecología Aplicada*, 2002 p 81-87.

JIANGNING, C.; HONGXIA Y.; YING, L.; WEI, J.; JIE, J., JUNFENG, Z. AND ZICHUN, H. En: Ecotoxicological evaluation of 4-aminobiphenyl using a test battery. 58 ed. Paris, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 2004. p. 1987.

JIANGNING, C.; HONGXIA Y.; YING, L.; WEI, J.; JIE, JUNFENG, Z. and ZICHUN, H. Ecotoxicological evaluation of 4-aminobiphenyl using a test battery. 58 ed. *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 2004. p 77.

JAKUBOWSKI, Marck. ÓRGANO Diana y efectos críticos. *Toxicología; Herramientas y enfoques*, 2002 p.142.

KIMERLE Richard, MACEK Kenneth, HASBROUCH Beber, BURROWS Michael. Bioconcentration of linear alkylbenzene sulfonate LAS in bluegill (*Lepomis macrochirus*). *Water research* Vol. 15. 1981 Gran Bretaña. p.251-256.

LAI, J.Y. Liquid detergents, Surfactants. Science Series. Vol. 67 Marcel. Dekker. 1997.p 563.

LEITE, M. Estudio del comportamiento ambiental del sulfonato de alquilbenceno lineal (LAS) en una parcela agrícola de la vega de granada. Tesis doctoral. Granada: Universidad de Granada, Departamento de Ingeniería Química. 2007. pp.342.

LOMBARDI, J. En: Toxicología acuática, Sanidade dos organismos acuáticos. Ed. Varela. 2002. p. 267.

MACHADO- FRACALOSSI. D., ZANIBONI-FILHO . E., MEURER S. En: No rastro das especies Nativas.Panorama da aquicultura, novembro/dezembro, 2002. pp 43-49 Disponible en Disponible en Internet. URL:Internet. URL:www.lapad.ufsc.br/pdf/pdf0053.pdf

MARTINES., Margarita., En: Evaluación del crecimiento de juveniles del bagre de canal (*Ictalurus punctatus*), Universidad de Colima, Facultad de Ciencias Marinas. 1999. pp.48.

MARQUEZ H., VARGAS L., RIBEIRO R., ZIMMERMANN S. En: Fundamentos da Moderna Aquicultura. EDITORA DA ULBRA. 2001. Pp 200

MERTEN, H., MINELLA, P. En: Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. Agroecol. e Desenvol. Rur. Sustent. Porto Alegre, v.3, n.4, out/dez 2002 pp 33-38

MORAES Peterson, ST 502 Tratamiento biológico de efluentes líquidos. Universidad Federal das Campinas.UNICAMP. 2008. p14.

MOSCOSO Valentina. Determinación de toxicidad por Aluminio del efluente la planta potabilizadora del cebollar en el río Tomebamba, Utilizando ensayos Toxicológicos. Cuenca Ecuador. 2004. pp. 194

OCAMPO Ana., CAMBEROS Luis. Diagnóstico de estrés en peces. Universidad Nacional Autónoma de México. Revista Redalyc ISSN: 0301-5092. México D.F. 1999. p. 337-344.

PENTEADO J.C, SEOUD O.A y CARVALHO L. En; Alquilbenzeno sulfonato linear: uma abordagem ambiental e analítica *Quim. Nova*, Vol. 29, 2006 , No. 5, pp. 1038-1046

PÉREZ, Gabriel., RESTREPO Jhon, En: Fundamentos de limnología neotropical 2da edición; Editorial Universidad de Antioquia 2008. p 489

PERAZA Russell y DELGADO Víctor; En: Determinación de la concentración letal media (cl50) de cuatro detergentes domésticos biodegradables en *Laeonereis culveri* (WEBSTER 1879) (POLYCHAETA: ANNELIDA), Rev. Int. Contam. Ambie. 28 (2) 2012, p 137-144.

RAMIREZ, A. Fundamentos cuantitativos para realizar ensayos biológicos y pruebas de toxicidad; Curso Regional de Entrenamiento INDERENA /PNUMA/PAC/FAO/COI. En: ensayos biológicos y pruebas de toxicidad. En el Gran Caribe III. Cartagena. 1989. p 32.

RODRIGUEZ, A; GONZÁLEZ, J; SUÁREZ, R. Accumulation of Lead, Chromium, and Cadmium in Muscle of capitán (*Eremophilus mutisii*), a Catfish from the Bogota River Basin; Arch Environ Contam Toxicol DOI 10.1007/s00244-008-9279-2; p7, 2009. 1625-1636

RODRÍGUEZ M., RODRÍGUEZ D., CÁZARES, MONROY Y., MATA J. Tensoactivos y surfactantes, En: Boletín del Programa Nacional de Sanidad Acuícola y la Red de Diagnóstico. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. Editorial CONAPESCA. 2001 p14.

ROMERO J. Calidad del agua. En: Editorial. Escuela Colombiana de Ingeniería. 2005. p. 468.

RONCO, Alicia. DÍAZ, María y GRANADOS, Yolanda. Conceptos Generales. En: Ensayos toxicológicos y métodos de evaluación de calidad de aguas; Estandarización, Intercalibración, Resultados y Aplicaciones. México: Gabriela Castillo Morales, 2004. p.22.

RUALES Carlos, CASTAÑEDA Germán En: Larvicultura de peces comerciales en sistemas de recirculación. Capítulo 12 .IDEA–Corporación Universitaria Lasallista. 2003. p. 199-215

SÁENZ, M, TORTORELLI, M, FREYRE, R, En: Evaluación de la fitotoxicidad de efluentes industriales. Limnetica. Asociación Española de Limnología, Madrid. Spain. ISSN: 0213-8409.2003 p. 137-146.

SANTINÓN, J.J.; HERNÁNDEZ, D.R.; SÁNCHEZ, S.; Domitrovic, H.A..Efecto de diferentes densidades de cría sobre el crecimiento y la supervivencia de *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes), Santinón J.J. et al.: Cría de peces. Rev. vet. 23: 1, 2012, p 64-68

SCOTT D. Dyer a, BERNHARD Mary, COWAN Christina, PERDU Elisabeth, DEMMERLE Susanne, CRAVEDI Jean .In vitro biotransformation of surfactants in fish. Part I: Linear alkylbenzene sulfonate (C₁₂-LAS). Elsevier Chemosphere, 2008. p 850–862.

Secretaría de Desarrollo Agropecuario,. En: Cultivo de Bagre. Gobierno de México.2006.URL..En:

<http://www.edomex.gob.mx/desarrolloagropecuario/docs/pdf/Bagre.pdf>

SILBERGELD, Ellen. Introducción. Toxicología; Herramientas y enfoques. En: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Madrid: Jeanne MagerStellman,1998. p.1427.

SOLARTE Carlos, GARCIA Hernán, IMUEZ Marco, Teorema central del límite. En: Bioestadística, aplicaciones en producción y salud animal. ISBN 958-9479-39-1. Universidad de Nariño. 2009. p 301.

SOLER- JARAMILLO. M. Sistema digestivo de los peces, camarones y su fisiología. En: Fundamentos de nutrición y alimentación en acuicultura. Bogotá: Instituto nacional de Pesca y Acuicultura.. 1996., pp 300.

TARIFEÑO Eduardo. Tipos de respuestas de adaptación En: Adaptaciones fisiológicas de animales marinos. 2000 p.363 -390

TAVARES-DIAS,.M. BIBIANO MELO,.J. MORAES,.G. RUAS DE MORAES,. F En: CARACTERÍSTICAS HEMATOLÓGICAS DE TELEÓSTEOS BRASILEIROS. IV. VARIÁVEIS DO JUNDIÁ *Rhamdia quelen* (*Pimelodidae*) Cienc. Rural vol.32 no.4 Santa Maria Aug. 2002 Disponible en Internet. URL:http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782002000400024&script=sci_arttext

TIMONS M., EBELING J., WHEATON F., SUMEMERFELT S., VINCI B., En: Sistemas de recirculación para la acuicultura, Editora. Fundación Chile, 2002 p. 747

TULAY Bakirela, OYA Keles, SUHEYLA Karatas, MUKADDES Zcand, GULHAN Turkmenb, AKIN Candanc. Effect of linear alkylbenzene sulphonate (LAS) on non-specific defence mechanisms in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), Elsevier, Aquatic Toxicologi. 2005. p175-181.

TORRES Nilton e Rocha Odete., Influência da alcalinidade da água sobre o crescimento de larvas de Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 Perciformes, Cichlidae). Acta Scientiarum. Biological Sciences. Maringá, v. 26, no. 2, 2004 p. 163-167.

VASQUES- TORRES, W. Nutrición y alimentación de peces. En: Fundamentos de acuicultura continental. Bogotá: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura. (INPA). 2001., p. 121 .

VINATEA. L.,En: Principios químicos de la calidad del agua en acuicultura. Editora. UFSC,2004 pp.231

WARNE., M. and DAM R. En:NOEC and LOEC data should no longer be generated or used. Australasian Journal of Ecotoxicology, Vol. 14, 2008p.4 (1-5
ZANUZZI, A.; PIEROTTO, M. Y PROSPERI, C. Laboratorio de Hidrobiología. 2 ed. Fac. CEFyN. Universidad Nacional de Córdoba, Colombia, 2005. pp 2

ANEXOS

Anexo A. Datos de la variable Dureza

Experimento	Dosis	Replica	Dureza- Transformada ($\sqrt{Y_i}$)	Dureza mg/L (Y_i)	Hora Experimental
1	0,000	1	5,47723	30	1
1	0,000	2	5,56776	31	1
1	0,000	3	5,47723	30	1
1	0,000	1	5,47723	30	12
1	0,000	2	5,56776	31	12
1	0,000	3	5,47723	30	12
1	0,000	1	5,47723	30	24
1	0,000	2	5,56776	31	24
1	0,000	3	5,47723	30	24
1	0,000	1	5,47723	30	36
1	0,000	2	5,56776	31	36
1	0,000	3	5,47723	30	36
1	0,000	1	5,47723	30	48
1	0,000	2	5,56776	31	48
1	0,000	3	5,47723	30	48
1	0,036	1	5,65685	32	1
1	0,036	2	5,65685	32	1
1	0,036	3	5,74456	33	1
1	0,036	1	5,65685	32	12
1	0,036	2	5,65685	32	12
1	0,036	3	5,74456	33	12
1	0,036	1	5,65685	32	24
1	0,036	2	5,65685	32	24
1	0,036	3	5,74456	33	24
1	0,036	1	5,65685	32	36
1	0,036	2	5,65685	32	36
1	0,036	3	5,74456	33	36
1	0,036	1	5,65685	32	48
1	0,036	2	5,65685	32	48
1	0,036	3	5,74456	33	48
1	0,251	1	5,91608	35	1
1	0,251	2	5,83095	34	1
1	0,251	3	5,83095	34	1
1	0,251	1	5,91608	35	12
1	0,251	2	5,83095	34	12
1	0,251	3	5,83095	34	12
1	0,251	1	5,91608	35	24
1	0,251	2	5,83095	34	24

1	0,251	3	5,83095	34	24
1	0,251	1	5,91608	35	36

Continuación Anexo A.

Experimento	Dosis	Replica	Dureza- Transformada ($\sqrt{Y_i}$)	Dureza mg/L (Y_i)	Hora Experimental
1	0,251	2	5,83095	34	36
1	0,251	3	5,83095	34	36
1	0,251	1	5,91608	35	48
1	0,251	2	5,83095	34	48
1	0,251	3	5,83095	34	48
1	0,466	1	6,08276	37	1
1	0,466	2	6,00000	36	1
1	0,466	3	6,08276	37	1
1	0,466	1	6,08276	37	12
1	0,466	2	6,00000	36	12
1	0,466	3	6,08276	37	12
1	0,466	1	6,08276	37	24
1	0,466	2	6,00000	36	24
1	0,466	3	6,08276	37	24
1	0,466	1	6,08276	37	36
1	0,466	2	6,00000	36	36
1	0,466	3	6,08276	37	36
1	0,466	1	6,08276	37	48
1	0,466	2	6,00000	36	48
1	0,466	3	6,08276	37	48
1	0,681	1	6,16441	38	1
1	0,681	2	6,24500	39	1
1	0,681	3	6,16441	38	1
1	0,896	1	6,32456	40	1
1	0,896	2	6,40312	41	1
1	0,896	3	6,32456	40	1
1	1,111	1	6,40312	41	1
1	1,111	2	6,48074	42	1
1	1,111	3	6,48074	42	1
2	0,000	1	5,47723	30	1
2	0,000	2	5,56776	31	1
2	0,000	3	5,47723	30	1
2	0,000	1	5,47723	30	12
2	0,000	2	5,56776	31	12
2	0,000	3	5,47723	30	12
2	0,000	1	5,47723	30	24
2	0,000	2	5,56776	31	24

2	0,000	3	5,47723	30	24
2	0,000	1	5,47723	30	36
2	0,000	2	5,56776	31	36
2	0,000	3	5,47723	30	36
2	0,000	1	5,47723	30	48

Continuación Anexo A.

Experimento	Dosis	Replica	Dureza- Transformada ($\sqrt{Y_I}$)	Dureza mg/L (Y_I)	Hora Experimental
2	0,000	2	5,56776	31	48
2	0,000	3	5,47723	30	48
2	0,036	1	5,65685	32	1
2	0,036	2	5,65685	32	1
2	0,036	3	5,74456	33	1
2	0,036	1	5,65685	32	12
2	0,036	2	5,65685	32	12
2	0,036	3	5,74456	33	12
2	0,036	1	5,65685	32	24
2	0,036	2	5,65685	32	24
2	0,036	3	5,74456	33	24
2	0,036	1	5,65685	32	36
2	0,036	2	5,65685	32	36
2	0,036	3	5,74456	33	36
2	0,036	1	5,65685	32	48
2	0,036	2	5,65685	32	48
2	0,036	3	5,74456	33	48
2	0,251	1	5,83095	34	1
2	0,251	2	5,83095	34	1
2	0,251	3	5,91608	35	1
2	0,251	1	5,83095	34	12
2	0,251	2	5,83095	34	12
2	0,251	3	5,91608	35	12
2	0,251	1	5,83095	34	24
2	0,251	2	5,83095	34	24
2	0,251	3	5,91608	35	24
2	0,251	1	5,83095	34	36
2	0,251	2	5,83095	34	36
2	0,251	3	5,91608	35	36
2	0,251	1	5,83095	34	48
2	0,251	2	5,83095	34	48
2	0,251	3	5,91608	35	48
2	0,466	1	6,00000	36	1
2	0,466	2	6,08276	37	1

2	0,466	3	6,08276	37	1
2	0,466	1	6,00000	36	12
2	0,466	2	6,08276	37	12
2	0,466	3	6,08276	37	12
2	0,466	1	6,00000	36	24
2	0,466	2	6,08276	37	24
2	0,466	3	6,08276	37	24
2	0,466	1	6,00000	36	36

Continuación Anexo A.

Experimento	Dosis	Réplica	Dureza- Transformada ($\sqrt{Y_I}$)	Dureza mg/L (Y_I)	Hora Experimental
2	0,466	2	6,08276	37	36
2	0,466	3	6,08276	37	36
2	0,466	1	6,00000	36	48
2	0,466	2	6,08276	37	48
2	0,466	3	6,08276	37	48
2	0,681	1	6,16441	38	1
2	0,681	2	6,24500	39	1
2	0,681	3	6,16441	38	1
2	0,896	1	6,32456	40	1
2	0,896	2	6,40312	41	1
2	0,896	3	6,32456	40	1
2	1,111	1	6,48074	42	1
2	1,111	2	6,48074	42	1
2	1,111	3	6,40312	41	1
3	0,000	1	5,56776	31	1
3	0,000	2	5,47723	30	1
3	0,000	3	5,47723	30	1
3	0,000	1	5,56776	31	12
3	0,000	2	5,47723	30	12
3	0,000	3	5,47723	30	12
3	0,000	1	5,56776	31	24
3	0,000	2	5,47723	30	24
3	0,000	3	5,47723	30	24
3	0,000	1	5,56776	31	36
3	0,000	2	5,47723	30	36
3	0,000	3	5,47723	30	36
3	0,000	1	5,56776	31	48
3	0,000	2	5,47723	30	48
3	0,000	3	5,47723	30	48
3	0,036	1	5,65685	32	1
3	0,036	2	5,74456	33	1
3	0,036	3	5,65685	32	1

3	0,036	1	5,65685	32	12
3	0,036	2	5,74456	33	12
3	0,036	3	5,65685	32	12
3	0,036	1	5,65685	32	24
3	0,036	2	5,74456	33	24
3	0,036	3	5,65685	32	24
3	0,036	1	5,65685	32	36
3	0,036	2	5,74456	33	36
3	0,036	3	5,65685	32	36
3	0,036	1	5,65685	32	48

Continuación anexo A

Experimento	Dosis	Réplica	Dureza- Transformada ($\sqrt{Y_i}$)	Dureza mg/L (Y_i)	Hora Experimental
3	0,036	2	5,74456	33	48
3	0,036	3	5,65685	32	48
3	0,251	1	5,83095	34	1
3	0,251	2	5,91608	35	1
3	0,251	3	5,83095	34	1
3	0,251	1	5,91608	35	12
3	0,251	2	5,83095	34	12
3	0,251	3	5,91608	35	12
3	0,251	1	5,83095	34	24
3	0,251	2	5,91608	35	24
3	0,251	3	5,83095	34	24
3	0,251	1	5,91608	35	36
3	0,251	2	5,83095	34	36
3	0,251	3	5,91608	35	36
3	0,251	1	5,83095	34	48
3	0,251	2	5,91608	35	48
3	0,251	3	5,83095	34	48
3	0,466	1	6,00000	36	1
3	0,466	2	6,08276	37	1
3	0,466	3	6,08276	37	1
3	0,466	1	6,00000	36	12
3	0,466	2	6,08276	37	12
3	0,466	3	6,08276	37	12
3	0,466	1	6,00000	36	24
3	0,466	2	6,08276	37	24
3	0,466	3	6,08276	37	24
3	0,466	1	6,00000	36	36

3	0,466	2	6,08276	37	36
3	0,466	3	6,08276	37	36
3	0,466	1	6,00000	36	48
3	0,466	2	6,08276	37	48
3	0,466	3	6,08276	37	48
3	0,681	1	6,16441	38	1
3	0,681	2	6,16441	38	1
3	0,681	3	6,24500	39	1
3	0,896	1	6,32456	40	1
3	0,896	2	6,40312	41	1
3	0,896	3	6,32456	40	1
3	1,111	1	6,48074	42	1
3	1,111	2	6,40312	41	1
3	1,111	3	6,48074	42	1

Anexo B. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Dureza

Concentración	Réplica	Hora	Dureza(mg/L)			Promedio	D.S	E.S	CV%
0,000	1	1	30	30	31				
0,000	2	1	31	31	30				
0,000	3	1	30	30	30	30,333	0,5	0,1667	0,549
0,000	1	12	30	30	31				
0,000	2	12	31	31	30				
0,000	3	12	30	30	30	30,333	0,5	0,1667	0,549
0,000	1	24	30	30	31				
0,000	2	24	31	31	30				
0,000	3	24	30	30	30	30,333	0,5	0,1667	0,549
0,000	1	36	30	30	31				
0,000	2	36	31	31	30				
0,000	3	36	30	30	30	30,333	0,5	0,1667	0,549
0,000	1	48	30	30	31				
0,000	2	48	31	31	30				
0,000	3	48	30	30	30	30,333	0,5	0,1667	0,549
0,036	1	1	32	32	32				
0,036	2	1	32	32	33				
0,036	3	1	33	33	32	32,333	0,5	0,1667	0,515
0,036	1	12	32	32	32				
0,036	2	12	32	32	33				
0,036	3	12	33	33	32	32,333	0,5	0,1667	0,515
0,036	1	24	32	32	32	32,333	0,5	0,1667	0,515

0,036	2	24	32	32	33				
0,036	3	24	33	33	32				
0,036	1	36	32	32	32				
0,036	2	36	32	32	33				
0,036	3	36	33	33	32	32,333	0,5	0,1667	0,515
0,036	1	48	32	32	32				
0,036	2	48	32	32	33				
0,036	3	48	33	33	32	32,333	0,5	0,1667	0,515
0,251	1	1	35	34	34				
0,251	2	1	34	34	35				
0,251	3	1	34	35	34	34,333	0,5	0,1667	0,485
0,251	1	12	35	34	35				
0,251	2	12	34	34	34				
0,251	3	12	34	35	35	34,444	0,52	0,1757	0,510
0,251	1	24	35	34	34				
0,251	2	24	34	34	35				
0,251	3	24	34	35	34	34,333	0,5	0,1667	0,485

Continuación de Anexo B.

Concentración	Réplica	Hora	Dureza (mg/L)			Promedio	D.S	E.S	C.V%
0,251	1	36	35	34	35				
0,251	2	36	34	34	34				
0,251	3	36	34	35	35	34,444	0,52	0,1757	0,510
0,251	1	48	35	34	34				
0,251	2	48	34	34	35				
0,251	3	48	34	35	34	34,333	0,5	0,1667	0,485
0,466	1	1	37	36	36				
0,466	2	1	36	37	37				
0,466	3	1	37	37	37	36,667	0,5	0,1667	0,455
0,466	1	12	37	36	36				
0,466	2	12	36	37	37				
0,466	3	12	37	37	37	36,667	0,5	0,1667	0,455
0,466	1	24	37	36	36				
0,466	2	24	36	37	37				
0,466	3	24	37	37	37	36,667	0,5	0,1667	0,455
0,466	1	36	37	36	36				
0,466	2	36	36	37	37				
0,466	3	36	37	37	37	36,667	0,5	0,1667	0,455

0,466	1	48	37	36	36				
0,466	2	48	36	37	37				
0,466	3	48	37	37	37	36,667	0,5	0,1667	0,455
0,681	1	1	38	38	38				
0,681	2	1	39	39	38				
0,681	3	1	38	38	39	38,333	0,5	0,1667	0,435
0,896	1	1	40	40	40				
0,896	2	1	41	41	41				
0,896	3	1	40	40	40	40,333	0,5	0,1667	0,413
1,111	1	1	41	42	42				
1,111	2	1	42	42	41				
1,111	3	1	42	41	42	41,667	0,5	0,1667	0,400

Anexo C. Datos de la variable Alcalinidad

Experimento	Dosis	Réplica	Alcalinidad transformada ($1/(Y_i)$)	Alcalinidad(mg/L) (Y_i)	Hora Experimental
1	0,000	1	0,02941	34	1
1	0,000	2	0,02778	36	1
1	0,000	3	0,02857	35	1
1	0,000	1	0,02857	35	12
1	0,000	2	0,02778	36	12
1	0,000	3	0,02857	35	12
1	0,000	1	0,02857	35	24
1	0,000	2	0,02778	36	24
1	0,000	3	0,02857	35	24
1	0,000	1	0,02857	35	36
1	0,000	2	0,02778	36	36
1	0,000	3	0,02857	35	36
1	0,000	1	0,02857	35	48
1	0,000	2	0,02778	36	48
1	0,000	3	0,02857	35	48

1	0,036	1	0,02632	38	1
1	0,036	2	0,02778	36	1
1	0,036	3	0,02703	37	1
1	0,036	1	0,02632	38	12
1	0,036	2	0,02703	37	12
1	0,036	3	0,02703	37	12
1	0,036	1	0,02632	38	24
1	0,036	2	0,02703	37	24
1	0,036	3	0,02703	37	24
1	0,036	1	0,02632	38	36
1	0,036	2	0,02703	37	36
1	0,036	3	0,02703	37	36
1	0,036	1	0,02632	38	48
1	0,036	2	0,02703	37	48
1	0,036	3	0,02703	37	48
1	0,251	1	0,02500	40	1
1	0,251	2	0,02381	42	1
1	0,251	3	0,02439	41	1
1	0,251	1	0,02500	40	12
1	0,251	2	0,02500	40	12
1	0,251	3	0,02439	41	12
1	0,251	1	0,02500	40	24
1	0,251	2	0,02500	40	24
1	0,251	3	0,02439	41	24
1	0,251	1	0,02500	40	36

Continuación de Anexo C

Experimento	Dosis	Réplica	Alcalinidad transformada ($1/(Y_i)$)	Alcalinidad(mg/L) (Y_i)	Hora Experimental
1	0,251	2	0,02500	40	36
1	0,251	3	0,02439	41	36
1	0,251	1	0,02500	40	48
1	0,251	2	0,02500	40	48
1	0,251	3	0,02439	41	48
1	0,466	1	0,02326	43	1
1	0,466	2	0,02273	44	1
1	0,466	3	0,02326	43	1
1	0,466	1	0,02326	43	12
1	0,466	2	0,02273	44	12
1	0,466	3	0,02326	43	12
1	0,466	1	0,02326	43	24
1	0,466	2	0,02273	44	24
1	0,466	3	0,02326	43	24

1	0,466	1	0,02326	43	36
1	0,466	2	0,02273	44	36
1	0,466	3	0,02326	43	36
1	0,466	1	0,02326	43	48
1	0,466	2	0,02273	44	48
1	0,466	3	0,02326	43	48
1	0,681	1	0,02222	45	1
1	0,681	2	0,02222	45	1
1	0,681	3	0,02174	46	1
1	0,896	1	0,02041	49	1
1	0,896	2	0,02041	49	1
1	0,896	3	0,02000	50	1
1	1,111	1	0,01961	51	1
1	1,111	2	0,01923	52	1
1	1,111	3	0,01961	51	1
2	0,000	1	0,02778	36	1
2	0,000	2	0,02857	35	1
2	0,000	3	0,02941	34	1
2	0,000	1	0,02778	36	12
2	0,000	2	0,02857	35	12
2	0,000	3	0,02857	35	12
2	0,000	1	0,02778	36	24
2	0,000	2	0,02857	35	24
2	0,000	3	0,02857	35	24
2	0,000	1	0,02778	36	36
2	0,000	2	0,02857	35	36
2	0,000	3	0,02857	35	36
2	0,000	1	0,02778	36	48

Continuación Anexo C.

Experimento	Dosis	Réplica	Alcalinidad transformada ($1/(Y_i)$)	Alcalinidad(mg/L) (Y_i)	Hora Experimental
2	0,000	2	0,02857	35	48
2	0,000	3	0,02857	35	48
2	0,036	1	0,02703	37	1
2	0,036	2	0,02632	38	1
2	0,036	3	0,02778	36	1
2	0,036	1	0,02703	37	12
2	0,036	2	0,02632	38	12
2	0,036	3	0,02703	37	12
2	0,036	1	0,02703	37	24
2	0,036	2	0,02632	38	24
2	0,036	3	0,02703	37	24

2	0,036	1	0,02703	37	36
2	0,036	2	0,02632	38	36
2	0,036	3	0,02703	37	36
2	0,036	1	0,02703	37	48
2	0,036	2	0,02632	38	48
2	0,036	3	0,02703	37	48
2	0,251	1	0,02381	42	1
2	0,251	2	0,02500	40	1
2	0,251	3	0,02439	41	1
2	0,251	1	0,02500	40	12
2	0,251	2	0,02500	40	12
2	0,251	3	0,02439	41	12
2	0,251	1	0,02500	40	24
2	0,251	2	0,02500	40	24
2	0,251	3	0,02439	41	24
2	0,251	1	0,02500	40	36
2	0,251	2	0,02500	40	36
2	0,251	3	0,02439	41	36
2	0,251	1	0,02500	40	48
2	0,251	2	0,02500	40	48
2	0,251	3	0,02439	41	48
2	0,466	1	0,02326	43	1
2	0,466	2	0,02273	44	1
2	0,466	3	0,02273	44	1
2	0,466	1	0,02326	43	12
2	0,466	2	0,02273	44	12
2	0,466	3	0,02273	44	12
2	0,466	1	0,02326	43	24
2	0,466	2	0,02273	44	24
2	0,466	3	0,02273	44	24
2	0,466	1	0,02326	43	36

Continuación Anexo C.

Experimento	Dosis	Réplica	Alcalinidad transformada ($1/(Y_i)$)	Alcalinidad(mg/L) (Y_i)	Hora Experimental
2	0,466	2	0,02273	44	36
2	0,466	3	0,02273	44	36
2	0,466	1	0,02326	43	48
2	0,466	2	0,02273	44	48
2	0,466	3	0,02273	44	48
2	0,681	1	0,02222	45	1
2	0,681	2	0,02174	46	1
2	0,681	3	0,02222	45	1

2	0,896	1	0,02041	49	1
2	0,896	2	0,02041	49	1
2	0,896	3	0,02000	50	1
2	1,111	1	0,01923	52	1
2	1,111	2	0,01961	51	1
2	1,111	3	0,01961	51	1
3	0,000	1	0,02857	35	1
3	0,000	2	0,02941	34	1
3	0,000	3	0,02778	36	1
3	0,000	1	0,02857	35	12
3	0,000	2	0,02857	35	12
3	0,000	3	0,02778	36	12
3	0,000	1	0,02857	35	24
3	0,000	2	0,02857	35	24
3	0,000	3	0,02778	36	24
3	0,000	1	0,02857	35	36
3	0,000	2	0,02857	35	36
3	0,000	3	0,02778	36	36
3	0,000	1	0,02857	35	48
3	0,000	2	0,02857	35	48
3	0,000	3	0,02778	36	48
3	0,036	1	0,02778	36	1
3	0,036	2	0,02703	37	1
3	0,036	3	0,02632	38	1
3	0,036	1	0,02703	37	12
3	0,036	2	0,02703	37	12
3	0,036	3	0,02632	38	12
3	0,036	1	0,02703	37	24
3	0,036	2	0,02703	37	24
3	0,036	3	0,02632	38	24
3	0,036	1	0,02703	37	36
3	0,036	2	0,02703	37	36
3	0,036	3	0,02632	38	36
3	0,036	1	0,02703	37	48

Continuación Anexo C.

Experimento	Dosis	Réplica	Alcalinidad transformada ($1/(Y_i)$)	Alcalinidad(mg/L) (Y_i)	Hora Experimental
3	0,036	2	0,02703	37	48
3	0,036	3	0,02632	38	48
3	0,251	1	0,02500	40	1

3	0,251	2	0,02439	41	1
3	0,251	3	0,02381	42	1
3	0,251	1	0,02500	40	12
3	0,251	2	0,02439	41	12
3	0,251	3	0,02500	40	12
3	0,251	1	0,02500	40	24
3	0,251	2	0,02439	41	24
3	0,251	3	0,02500	40	24
3	0,251	1	0,02500	40	36
3	0,251	2	0,02439	41	36
3	0,251	3	0,02500	40	36
3	0,251	1	0,02500	40	48
3	0,251	2	0,02439	41	48
3	0,251	3	0,02500	40	48
3	0,466	1	0,02326	43	1
3	0,466	2	0,02273	44	1
3	0,466	3	0,02326	43	1
3	0,466	1	0,02326	43	12
3	0,466	2	0,02273	44	12
3	0,466	3	0,02326	43	12
3	0,466	1	0,02326	43	24
3	0,466	2	0,02273	44	24
3	0,466	3	0,02326	43	24
3	0,466	1	0,02326	43	36
3	0,466	2	0,02273	44	36
3	0,466	3	0,02326	43	36
3	0,466	1	0,02326	43	48
3	0,466	2	0,02273	44	48
3	0,466	3	0,02326	43	48
3	0,681	1	0,02222	45	1
3	0,681	2	0,02222	45	1
3	0,681	3	0,02174	46	1
3	0,896	1	0,02041	49	1
3	0,896	2	0,02000	50	1
3	0,896	3	0,02041	49	1
3	1,111	1	0,01961	51	1
3	1,111	2	0,01961	51	1
3	1,111	3	0,01923	52	1

Anexo. D Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Alcalinidad

Concentración	Réplica	Hora	Alcalinidad (mg/L)	Promedio	D..S	E.S	CV%
---------------	---------	------	--------------------	----------	------	-----	-----

0,000	1	1	34	36	35				
0,000	2	1	36	35	34				
0,000	3	1	35	34	36	35,000	0,866	0,2887	0,8248
0,000	1	12	35	36	35				
0,000	2	12	36	35	35				
0,000	3	12	35	35	36	35,333	0,500	0,1667	0,4717
0,000	1	24	35	36	35				
0,000	2	24	36	35	35				
0,000	3	24	35	35	36	35,333	0,500	0,1667	0,4717
0,000	1	36	35	36	35				
0,000	2	36	36	35	35				
0,000	3	36	35	35	36	35,333	0,500	0,1667	0,4717
0,000	1	48	35	36	35				
0,000	2	48	36	35	35				
0,000	3	48	35	35	36	35,333	0,500	0,1667	0,4717
0,036	1	1	38	37	36				
0,036	2	1	36	38	37				
0,036	3	1	37	36	38	37,000	0,866	0,2887	0,7802
0,036	1	12	38	37	37				
0,036	2	12	37	38	37				
0,036	3	12	37	37	38	37,333	0,500	0,1667	0,4464
0,036	1	24	38	37	37				
0,036	2	24	37	38	37				
0,036	3	24	37	37	38	37,333	0,500	0,1667	0,4464
0,036	1	36	38	37	37				
0,036	2	36	37	38	37				
0,036	3	36	37	37	38	37,333	0,500	0,1667	0,4464
0,036	1	48	38	37	37				
0,036	2	48	37	38	37				
0,036	3	48	37	37	38	37,333	0,500	0,1667	0,4464
0,251	1	1	40	42	40				
0,251	2	1	42	40	41				
0,251	3	1	41	41	42	41,000	0,866	0,2887	0,7041
0,251	1	12	40	40	40				
0,251	2	12	40	40	41				
0,251	3	12	41	41	40	40,333	0,500	0,1667	0,4132
0,251	1	24	40	40	40				
0,251	2	24	40	40	41				
0,251	3	24	41	41	40	40,333	0,500	0,1667	0,4132

Continuación Anexo D.

Concentración	Réplica	Hora	Alcalinidad (mg/L)			Promedio	D..S	E.S	C.V%
0,251	1	36	40	40	40				
0,251	2	36	40	40	41	40,333	0,500	0,1667	0,4132
0,251	1	48	40	40	40				
0,251	2	48	40	40	41				
0,251	3	48	41	41	40	40,333	0,500	0,1667	0,4132
0,466	1	1	43	43	43				
0,466	2	1	44	44	44				
0,466	3	1	43	44	43	43,444	0,527	0,1757	0,4044
0,466	1	12	43	43	43				
0,466	2	12	44	44	44				
0,466	3	12	43	44	43	43,444	0,527	0,1757	0,4044
0,466	1	24	43	43	43				
0,466	2	24	44	44	44				
0,466	3	24	43	44	43	43,444	0,527	0,1757	0,4044
0,466	1	36	43	43	43				
0,466	2	36	44	44	44				
0,466	3	36	43	44	43	43,444	0,527	0,1757	0,4044
0,466	1	48	43	43	43				
0,466	2	48	44	44	44				
0,466	3	48	43	44	43	43,444	0,527	0,1757	0,4044
0,681	1	1	45	45	45				
0,681	2	1	45	46	45				
0,681	3	1	46	45	46	45,333	0,500	0,1667	0,3676
0,896	1	1	49	49	49				
0,896	2	1	49	49	50				
0,896	3	1	50	50	49	49,333	0,500	0,1667	0,3378
1,111	1	1	51	52	51				
1,111	2	1	52	51	51				
1,111	3	1	51	51	52	51,333	0,500	0,1667	0,3247

Anexo. E Datos de la variable Conductividad

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
1	0,000	1	11,22	1
1	0,000	2	11,23	1
1	0,000	3	11,24	1
1	0,000	1	11,22	2
1	0,000	2	11,23	2
1	0,000	3	11,22	2
1	0,000	1	11,22	3
1	0,000	2	11,23	3
1	0,000	3	11,22	3
1	0,000	1	11,22	4
1	0,000	2	11,23	4
1	0,000	3	11,22	4
1	0,000	1	11,22	5
1	0,000	2	11,23	5
1	0,000	3	11,22	5
1	0,000	1	11,22	6
1	0,000	2	11,23	6
1	0,000	3	11,24	6
1	0,000	1	11,22	7
1	0,000	2	11,23	7
1	0,000	3	11,24	7
1	0,000	1	11,22	8
1	0,000	2	11,23	8
1	0,000	3	11,22	8
1	0,000	1	11,22	9
1	0,000	2	11,23	9
1	0,000	3	11,22	9
1	0,000	1	11,22	10
1	0,000	2	11,23	10
1	0,000	3	11,22	10
1	0,000	1	11,22	11
1	0,000	2	11,23	11
1	0,000	3	11,22	11
1	0,000	1	11,22	12
1	0,000	2	11,23	12
1	0,000	3	11,24	12
1	0,000	1	11,22	14
1	0,000	2	11,23	14
1	0,000	3	11,24	14

1	0,000	1	11,22	16
1	0,000	2	11,23	16

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
1	0,000	3	11,22	16
1	0,000	1	11,22	18
1	0,000	2	11,23	18
1	0,000	3	11,22	18
1	0,000	1	11,22	20
1	0,000	2	11,23	20
1	0,000	3	11,22	20
1	0,000	1	11,22	22
1	0,000	2	11,23	22
1	0,000	3	11,22	22
1	0,000	1	11,22	24
1	0,000	2	11,23	24
1	0,000	3	11,24	24
1	0,000	1	11,22	27
1	0,000	2	11,23	27
1	0,000	3	11,24	27
1	0,000	1	11,22	30
1	0,000	2	11,23	30
1	0,000	3	11,22	30
1	0,000	1	11,22	33
1	0,000	2	11,23	33
1	0,000	3	11,22	33
1	0,000	1	11,22	36
1	0,000	2	11,23	36
1	0,000	3	11,22	36
1	0,000	1	11,22	40
1	0,000	2	11,23	40
1	0,000	3	11,24	40
1	0,000	1	11,22	44
1	0,000	2	11,23	44
1	0,000	3	11,22	44
1	0,000	1	11,22	48
1	0,000	2	11,23	48
1	0,000	3	11,24	48
1	0,036	1	12,05	1
1	0,036	2	12,03	1
1	0,036	3	12,04	1

1	0,036	1	12,05	2
1	0,036	2	12,04	2
1	0,036	3	12,04	2
1	0,036	1	12,05	3
1	0,036	2	12,04	3
1	0,036	3	12,04	3

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
1	0,036	1	12,05	4
1	0,036	2	12,04	4
1	0,036	3	12,04	4
1	0,036	1	12,05	5
1	0,036	2	12,04	5
1	0,036	3	12,04	5
1	0,036	1	12,05	6
1	0,036	2	12,03	6
1	0,036	3	12,04	6
1	0,036	1	12,05	7
1	0,036	2	12,03	7
1	0,036	3	12,04	7
1	0,036	1	12,05	8
1	0,036	2	12,04	8
1	0,036	3	12,04	8
1	0,036	1	12,05	9
1	0,036	2	12,04	9
1	0,036	3	12,04	9
1	0,036	1	12,05	10
1	0,036	2	12,04	10
1	0,036	3	12,04	10
1	0,036	1	12,05	11
1	0,036	2	12,04	11
1	0,036	3	12,04	11
1	0,036	1	12,05	12
1	0,036	2	12,03	12
1	0,036	3	12,04	12
1	0,036	1	12,05	14
1	0,036	2	12,03	14
1	0,036	3	12,04	14
1	0,036	1	12,05	16
1	0,036	2	12,04	16
1	0,036	3	12,04	16
1	0,036	1	12,05	18

1	0,036	2	12,04	18
1	0,036	3	12,04	18
1	0,036	1	12,05	20
1	0,036	2	12,04	20
1	0,036	3	12,04	20
1	0,036	1	12,05	22
1	0,036	2	12,04	22
1	0,036	3	12,04	22
1	0,036	1	12,05	24

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
1	0,036	2	12,03	24
1	0,036	3	12,04	24
1	0,036	1	12,05	27
1	0,036	2	12,03	27
1	0,036	3	12,04	27
1	0,036	1	12,05	30
1	0,036	2	12,04	30
1	0,036	3	12,04	30
1	0,036	1	12,05	33
1	0,036	2	12,04	33
1	0,036	3	12,04	33
1	0,036	1	12,05	36
1	0,036	2	12,04	36
1	0,036	3	12,04	36
1	0,036	1	12,05	40
1	0,036	2	12,03	40
1	0,036	3	12,04	40
1	0,036	1	12,05	44
1	0,036	2	12,04	44
1	0,036	3	12,04	44
1	0,036	1	12,05	48
1	0,036	2	12,03	48
1	0,036	3	12,04	48
1	0,251	1	12,8	1
1	0,251	2	12,82	1
1	0,251	3	12,81	1
1	0,251	1	12,81	2
1	0,251	2	12,82	2
1	0,251	3	12,81	2
1	0,251	1	12,81	3

1	0,251	2	12,82	3
1	0,251	3	12,81	3
1	0,251	1	12,81	4
1	0,251	2	12,82	4
1	0,251	3	12,81	4
1	0,251	1	12,81	5
1	0,251	2	12,82	5
1	0,251	3	12,81	5
1	0,251	1	12,8	6
1	0,251	2	12,82	6
1	0,251	3	12,81	6
1	0,251	1	12,8	7
1	0,251	2	12,82	7

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
1	0,251	3	12,81	7
1	0,251	1	12,81	8
1	0,251	2	12,82	8
1	0,251	3	12,81	8
1	0,251	1	12,81	9
1	0,251	2	12,82	9
1	0,251	3	12,81	9
1	0,251	1	12,81	10
1	0,251	2	12,82	10
1	0,251	3	12,81	10
1	0,251	1	12,81	11
1	0,251	2	12,82	11
1	0,251	3	12,81	11
1	0,251	1	12,8	12
1	0,251	2	12,82	12
1	0,251	3	12,81	12
1	0,251	1	12,8	14
1	0,251	2	12,82	14
1	0,251	3	12,81	14
1	0,251	1	12,81	16
1	0,251	2	12,82	16
1	0,251	3	12,81	16
1	0,251	1	12,81	18
1	0,251	2	12,82	18
1	0,251	3	12,81	18
1	0,251	1	12,81	20
1	0,251	2	12,82	20
1	0,251	3	12,81	20

1	0,251	1	12,81	22
1	0,251	2	12,82	22
1	0,251	3	12,81	22
1	0,251	1	12,8	24
1	0,251	2	12,82	24
1	0,251	3	12,81	24
1	0,251	1	12,8	27
1	0,251	2	12,82	27
1	0,251	3	12,81	27
1	0,251	1	12,81	30
1	0,251	2	12,82	30
1	0,251	3	12,81	30
1	0,251	1	12,81	33
1	0,251	2	12,82	33
1	0,251	3	12,81	33
1	0,251	1	12,81	36
1	0,251	2	12,82	36

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
1	0,251	3	12,81	36
1	0,251	1	12,8	40
1	0,251	2	12,82	40
1	0,251	3	12,81	40
1	0,251	1	12,81	44
1	0,251	2	12,82	44
1	0,251	3	12,81	44
1	0,251	1	12,8	48
1	0,251	2	12,82	48
1	0,251	3	12,81	48
1	0,466	1	13,63	1
1	0,466	2	13,62	1
1	0,466	3	13,64	1
1	0,466	1	13,63	2
1	0,466	2	13,62	2
1	0,466	3	13,62	2
1	0,466	1	13,63	3
1	0,466	2	13,62	3
1	0,466	3	13,62	3
1	0,466	1	13,63	4
1	0,466	2	13,62	4
1	0,466	3	13,62	4
1	0,466	1	13,63	5
1	0,466	2	13,62	5
1	0,466	3	13,62	5

1	0,466	1	13,63	6
1	0,466	2	13,62	6
1	0,466	3	13,64	6
1	0,466	1	13,63	7
1	0,466	2	13,62	7
1	0,466	3	13,64	7
1	0,466	1	13,63	8
1	0,466	2	13,62	8
1	0,466	3	13,62	8
1	0,466	1	13,63	9
1	0,466	2	13,62	9
1	0,466	3	13,62	9
1	0,466	1	13,63	10
1	0,466	2	13,62	10
1	0,466	3	13,62	10
1	0,466	1	13,63	11
1	0,466	2	13,62	11
1	0,466	3	13,62	11

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
1	0,466	1	13,63	12
1	0,466	2	13,62	12
1	0,466	3	13,64	12
1	0,466	1	13,63	14
1	0,466	2	13,62	14
1	0,466	3	13,64	14
1	0,466	1	13,63	16
1	0,466	2	13,62	16
1	0,466	3	13,62	16
1	0,466	1	13,63	18
1	0,466	2	13,62	18
1	0,466	3	13,62	18
1	0,466	1	13,63	20
1	0,466	2	13,62	20
1	0,466	3	13,62	20
1	0,466	1	13,63	22
1	0,466	2	13,62	22
1	0,466	3	13,62	22
1	0,466	1	13,63	24
1	0,466	2	13,62	24
1	0,466	3	13,64	24
1	0,466	1	13,63	27

1	0,466	2	13,62	27
1	0,466	3	13,64	27
1	0,466	1	13,63	30
1	0,466	2	13,62	30
1	0,466	3	13,62	30
1	0,466	1	13,63	33
1	0,466	2	13,62	33
1	0,466	3	13,62	33
1	0,466	1	13,63	36
1	0,466	2	13,62	36
1	0,466	3	13,62	36
1	0,466	1	13,63	40
1	0,466	2	13,62	40
1	0,466	3	13,64	40
1	0,466	1	13,63	44
1	0,466	2	13,62	44
1	0,466	3	13,62	44
1	0,466	1	13,63	48
1	0,466	2	13,62	48
1	0,466	3	13,64	48
1	0,681	1	14,18	1
1	0,681	2	14,17	1

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
1	0,681	3	14,19	1
1	0,681	1	14,18	2
1	0,681	2	14,17	2
1	0,681	3	14,18	2
1	0,681	1	14,18	3
1	0,681	2	14,17	3
1	0,681	3	14,18	3
1	0,681	1	14,18	4
1	0,681	2	14,17	4
1	0,681	3	14,18	4
1	0,681	1	14,18	5
1	0,681	2	14,17	5
1	0,681	3	14,18	5
1	0,681	1	14,18	6
1	0,681	2	14,17	6
1	0,681	3	14,19	6
1	0,896	1	14,91	1

1	0,896	2	14,93	1
1	0,896	3	14,92	1
1	0,896	1	14,92	2
1	0,896	2	14,93	2
1	0,896	3	14,92	2
1	0,896	1	14,92	3
1	0,896	2	14,93	3
1	0,896	3	14,92	3
1	0,896	1	14,92	4
1	0,896	2	14,93	4
1	0,896	3	14,92	4
1	0,896	1	14,92	5
1	0,896	2	14,93	5
1	0,896	3	14,92	5
1	0,896	1	14,91	6
1	0,896	2	14,93	6
1	0,896	3	14,92	6
1	1,111	1	15,34	1
1	1,111	2	15,33	1
1	1,111	3	15,35	1
1	1,111	1	15,34	2
1	1,111	2	15,35	2
1	1,111	3	15,35	2
1	1,111	1	15,34	3
1	1,111	2	15,35	3

Continuación Anexo. E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	Hora Experimental
1	1,111	3	15,35	3
1	1,111	1	15,34	4
1	1,111	2	15,35	4
1	1,111	3	15,35	4
1	1,111	1	15,34	5
1	1,111	2	15,35	5
1	1,111	3	15,35	5
1	1,111	1	15,34	6
1	1,111	2	15,33	6
1	1,111	3	15,35	6
2	0,000	1	11,23	1
2	0,000	2	11,24	1
2	0,000	3	11,22	1
2	0,000	1	11,23	2
2	0,000	2	11,22	2

2	0,000	3	11,22	2
2	0,000	1	11,23	3
2	0,000	2	11,22	3
2	0,000	3	11,22	3
2	0,000	1	11,23	4
2	0,000	2	11,22	4
2	0,000	3	11,22	4
2	0,000	1	11,23	5
2	0,000	2	11,22	5
2	0,000	3	11,22	5
2	0,000	1	11,23	6
2	0,000	2	11,24	6
2	0,000	3	11,22	6
2	0,000	1	11,23	7
2	0,000	2	11,22	7
2	0,000	3	11,22	7
2	0,000	1	11,23	8
2	0,000	2	11,22	8
2	0,000	3	11,22	8
2	0,000	1	11,23	9
2	0,000	2	11,22	9
2	0,000	3	11,22	9
2	0,000	1	11,23	10
2	0,000	2	11,22	10
2	0,000	3	11,22	10
2	0,000	1	11,23	11
2	0,000	2	11,22	11
2	0,000	3	11,22	11

Continuación Anexo. E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
2	0,000	1	11,23	12
2	0,000	2	11,24	12
2	0,000	3	11,22	12
2	0,000	1	11,23	14
2	0,000	2	11,22	14
2	0,000	3	11,22	14
2	0,000	1	11,23	16
2	0,000	2	11,22	16
2	0,000	3	11,22	16
2	0,000	1	11,23	18
2	0,000	2	11,22	18
2	0,000	3	11,22	18

2	0,000	1	11,23	20
2	0,000	2	11,22	20
2	0,000	3	11,22	20
2	0,000	1	11,23	22
2	0,000	2	11,22	22
2	0,000	3	11,22	22
2	0,000	1	11,23	24
2	0,000	2	11,24	24
2	0,000	3	11,22	24
2	0,000	1	11,23	27
2	0,000	2	11,22	27
2	0,000	3	11,22	27
2	0,000	1	11,23	30
2	0,000	2	11,22	30
2	0,000	3	11,22	30
2	0,000	1	11,23	33
2	0,000	2	11,22	33
2	0,000	3	11,22	33
2	0,000	1	11,23	36
2	0,000	2	11,22	36
2	0,000	3	11,22	36
2	0,000	1	11,23	40
2	0,000	2	11,24	40
2	0,000	3	11,22	40
2	0,000	1	11,23	44
2	0,000	2	11,22	44
2	0,000	3	11,22	44
2	0,000	1	11,23	48
2	0,000	2	11,24	48
2	0,000	3	11,22	48
2	0,036	1	12,03	1

Continuación Anexo. E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
2	0,036	2	12,05	1
2	0,036	3	12,04	1
2	0,036	1	12,04	2
2	0,036	2	12,05	2
2	0,036	3	12,04	2
2	0,036	1	12,04	3
2	0,036	2	12,05	3
2	0,036	3	12,04	3

2	0,036	1	12,04	4
2	0,036	2	12,05	4
2	0,036	3	12,04	4
2	0,036	1	12,04	5
2	0,036	2	12,05	5
2	0,036	3	12,04	5
2	0,036	1	12,03	6
2	0,036	2	12,05	6
2	0,036	3	12,04	6
2	0,036	1	12,04	7
2	0,036	2	12,05	7
2	0,036	3	12,04	7
2	0,036	1	12,04	8
2	0,036	2	12,05	8
2	0,036	3	12,04	8
2	0,036	1	12,04	9
2	0,036	2	12,05	9
2	0,036	3	12,04	9
2	0,036	1	12,04	10
2	0,036	2	12,05	10
2	0,036	3	12,04	10
2	0,036	1	12,04	11
2	0,036	2	12,05	11
2	0,036	3	12,04	11
2	0,036	1	12,03	12
2	0,036	2	12,05	12
2	0,036	3	12,04	12
2	0,036	1	12,04	14
2	0,036	2	12,05	14
2	0,036	3	12,04	14
2	0,036	1	12,04	16
2	0,036	2	12,05	16
2	0,036	3	12,04	16
2	0,036	1	12,04	18
2	0,036	2	12,05	18

Continuación Anexo. E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
2	0,036	3	12,04	18
2	0,036	1	12,04	20
2	0,036	2	12,05	20
2	0,036	3	12,04	20
2	0,036	1	12,04	22
2	0,036	2	12,05	22

2	0,036	3	12,04	22
2	0,036	1	12,03	24
2	0,036	2	12,05	24
2	0,036	3	12,04	24
2	0,036	1	12,04	27
2	0,036	2	12,05	27
2	0,036	3	12,04	27
2	0,036	1	12,04	30
2	0,036	2	12,05	30
2	0,036	3	12,04	30
2	0,036	1	12,04	33
2	0,036	2	12,05	33
2	0,036	3	12,04	33
2	0,036	1	12,04	36
2	0,036	2	12,05	36
2	0,036	3	12,04	36
2	0,036	1	12,03	40
2	0,036	2	12,05	40
2	0,036	3	12,04	40
2	0,036	1	12,04	44
2	0,036	2	12,05	44
2	0,036	3	12,04	44
2	0,036	1	12,03	48
2	0,036	2	12,05	48
2	0,036	3	12,04	48
2	0,251	1	12,82	1
2	0,251	2	12,8	1
2	0,251	3	12,81	1
2	0,251	1	12,82	2
2	0,251	2	12,81	2
2	0,251	3	12,81	2
2	0,251	1	12,82	3
2	0,251	2	12,81	3
2	0,251	3	12,81	3
2	0,251	1	12,82	4
2	0,251	2	12,81	4
2	0,251	3	12,81	4
2	0,251	1	12,82	5

Continuación Anexo. E

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
2	0,251	2	12,81	5
2	0,251	3	12,81	5

2	0,251	1	12,82	6
2	0,251	2	12,8	6
2	0,251	3	12,81	6
2	0,251	1	12,82	7
2	0,251	2	12,81	7
2	0,251	3	12,81	7
2	0,251	1	12,82	8
2	0,251	2	12,81	8
2	0,251	3	12,81	8
2	0,251	1	12,82	9
2	0,251	2	12,81	9
2	0,251	3	12,81	9
2	0,251	1	12,82	10
2	0,251	2	12,81	10
2	0,251	3	12,81	10
2	0,251	1	12,82	11
2	0,251	2	12,81	11
2	0,251	3	12,81	11
2	0,251	1	12,82	12
2	0,251	2	12,8	12
2	0,251	3	12,81	12
2	0,251	1	12,82	14
2	0,251	2	12,81	14
2	0,251	3	12,81	14
2	0,251	1	12,82	16
2	0,251	2	12,81	16
2	0,251	3	12,81	16
2	0,251	1	12,82	18
2	0,251	2	12,81	18
2	0,251	3	12,81	18
2	0,251	1	12,82	20
2	0,251	2	12,81	20
2	0,251	3	12,81	20
2	0,251	1	12,82	22
2	0,251	2	12,81	22
2	0,251	3	12,81	22
2	0,251	1	12,82	24
2	0,251	2	12,8	24
2	0,251	3	12,81	24
2	0,251	1	12,82	27

Continuación Anexo. E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
-------------	---------------	---------	--	-------------------

2	0,251	2	12,81	27
2	0,251	3	12,81	27
2	0,251	1	12,82	30
2	0,251	2	12,81	30
2	0,251	3	12,81	30
2	0,251	1	12,82	33
2	0,251	2	12,81	33
2	0,251	3	12,81	33
2	0,251	1	12,82	36
2	0,251	2	12,81	36
2	0,251	3	12,81	36
2	0,251	1	12,82	40
2	0,251	2	12,8	40
2	0,251	3	12,81	40
2	0,251	1	12,82	44
2	0,251	2	12,81	44
2	0,251	3	12,81	44
2	0,251	1	12,82	48
2	0,251	2	12,8	48
2	0,251	3	12,81	48
2	0,466	1	13,64	1
2	0,466	2	13,62	1
2	0,466	3	13,63	1
2	0,466	1	13,62	2
2	0,466	2	13,62	2
2	0,466	3	13,63	2
2	0,466	1	13,62	3
2	0,466	2	13,62	3
2	0,466	3	13,63	3
2	0,466	1	13,62	4
2	0,466	2	13,62	4
2	0,466	3	13,63	4
2	0,466	1	13,62	5
2	0,466	2	13,62	5
2	0,466	3	13,63	5
2	0,466	1	13,64	6
2	0,466	2	13,62	6
2	0,466	3	13,63	6
2	0,466	1	13,62	7
2	0,466	2	13,62	7
2	0,466	3	13,63	7
2	0,466	1	13,62	8
2	0,466	2	13,62	8

Continuación Anexo. E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
2	0,466	3	13,63	8
2	0,466	1	13,62	9
2	0,466	2	13,62	9
2	0,466	3	13,63	9
2	0,466	1	13,62	10
2	0,466	2	13,62	10
2	0,466	3	13,63	10
2	0,466	1	13,62	11
2	0,466	2	13,62	11
2	0,466	3	13,63	11
2	0,466	1	13,64	12
2	0,466	2	13,62	12
2	0,466	3	13,63	12
2	0,466	1	13,62	14
2	0,466	2	13,62	14
2	0,466	3	13,63	14
2	0,466	1	13,62	16
2	0,466	2	13,62	16
2	0,466	3	13,63	16
2	0,466	1	13,62	18
2	0,466	2	13,62	18
2	0,466	3	13,63	18
2	0,466	1	13,62	20
2	0,466	2	13,62	20
2	0,466	3	13,63	20
2	0,466	1	13,62	22
2	0,466	2	13,62	22
2	0,466	3	13,63	22
2	0,466	1	13,64	24
2	0,466	2	13,62	24
2	0,466	3	13,63	24
2	0,466	1	13,62	27
2	0,466	2	13,62	27
2	0,466	3	13,63	27
2	0,466	1	13,62	30
2	0,466	2	13,62	30
2	0,466	3	13,63	30
2	0,466	1	13,62	33
2	0,466	2	13,62	33
2	0,466	3	13,63	33
2	0,466	1	13,62	36
2	0,466	2	13,62	36

2	0,466	3	13,63	36
---	-------	---	-------	----

Continuación Anexo. E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
2	0,466	1	13,64	40
2	0,466	2	13,62	40
2	0,466	3	13,63	40
2	0,466	1	13,62	44
2	0,466	2	13,62	44
2	0,466	3	13,63	44
2	0,466	1	13,64	48
2	0,466	2	13,62	48
2	0,466	3	13,63	48
2	0,681	1	14,17	1
2	0,681	2	14,18	1
2	0,681	3	14,19	1
2	0,681	1	14,17	2
2	0,681	2	14,18	2
2	0,681	3	14,18	2
2	0,681	1	14,17	3
2	0,681	2	14,18	3
2	0,681	3	14,18	3
2	0,681	1	14,17	4
2	0,681	2	14,18	4
2	0,681	3	14,18	4
2	0,681	1	14,17	5
2	0,681	2	14,18	5
2	0,681	3	14,18	5
2	0,681	1	14,17	6
2	0,681	2	14,18	6
2	0,681	3	14,19	6
2	0,896	1	14,93	1
2	0,896	2	14,91	1
2	0,896	3	14,92	1
2	0,896	1	14,93	2
2	0,896	2	14,92	2
2	0,896	3	14,92	2
2	0,896	1	14,93	3
2	0,896	2	14,92	3
2	0,896	3	14,92	3
2	0,896	1	14,93	4
2	0,896	2	14,92	4

2	0,896	3	14,92	4
2	0,896	1	14,93	5
2	0,896	2	14,92	5
2	0,896	3	14,92	5
2	0,896	1	14,93	6

Continuación Anexo. E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
2	0,896	2	14,91	6
2	0,896	3	14,92	6
2	1,111	1	15,34	1
2	1,111	2	15,35	1
2	1,111	3	15,33	1
2	1,111	1	15,34	2
2	1,111	2	15,35	2
2	1,111	3	15,35	2
2	1,111	1	15,34	3
2	1,111	2	15,35	3
2	1,111	3	15,35	3
2	1,111	1	15,34	4
2	1,111	2	15,35	4
2	1,111	3	15,35	4
2	1,111	1	15,34	5
2	1,111	2	15,35	5
2	1,111	3	15,35	5
2	1,111	1	15,34	6
2	1,111	2	15,35	6
2	1,111	3	15,33	6
3	0,000	1	11,22	1
3	0,000	2	11,24	1
3	0,000	3	11,23	1
3	0,000	1	11,22	2
3	0,000	2	11,22	2
3	0,000	3	11,23	2
3	0,000	1	11,22	3
3	0,000	2	11,22	3
3	0,000	3	11,23	3
3	0,000	1	11,22	4
3	0,000	2	11,22	4
3	0,000	3	11,23	4
3	0,000	1	11,22	5
3	0,000	2	11,22	5
3	0,000	3	11,23	5
3	0,000	1	11,22	6

3	0,000	2	11,24	6
3	0,000	3	11,23	6
3	0,000	1	11,22	7
3	0,000	2	11,22	7
3	0,000	3	11,23	7
3	0,000	1	11,22	8
3	0,000	2	11,22	8

Continuación Anexo. E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
3	0,000	3	11,23	8
3	0,000	1	11,22	9
3	0,000	2	11,22	9
3	0,000	3	11,23	9
3	0,000	1	11,22	10
3	0,000	2	11,22	10
3	0,000	3	11,23	10
3	0,000	1	11,22	11
3	0,000	2	11,22	11
3	0,000	3	11,23	11
3	0,000	1	11,22	12
3	0,000	2	11,24	12
3	0,000	3	11,23	12
3	0,000	1	11,22	14
3	0,000	2	11,22	14
3	0,000	3	11,23	14
3	0,000	1	11,22	16
3	0,000	2	11,22	16
3	0,000	3	11,23	16
3	0,000	1	11,22	18
3	0,000	2	11,22	18
3	0,000	3	11,23	18
3	0,000	1	11,22	20
3	0,000	2	11,22	20
3	0,000	3	11,23	20
3	0,000	1	11,22	22
3	0,000	2	11,22	22
3	0,000	3	11,23	22
3	0,000	1	11,22	24
3	0,000	2	11,24	24
3	0,000	3	11,23	24
3	0,000	1	11,22	27
3	0,000	2	11,22	27

3	0,000	3	11,23	27
3	0,000	1	11,22	30
3	0,000	2	11,22	30
3	0,000	3	11,23	30
3	0,000	1	11,22	33
3	0,000	2	11,22	33
3	0,000	3	11,23	33
3	0,000	1	11,22	36
3	0,000	2	11,22	36
3	0,000	3	11,23	36

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
3	0,000	1	11,22	40
3	0,000	2	11,24	40
3	0,000	3	11,23	40
3	0,000	1	11,22	44
3	0,000	2	11,22	44
3	0,000	3	11,23	44
3	0,000	1	11,22	48
3	0,000	2	11,24	48
3	0,000	3	11,23	48
3	0,036	1	12,04	1
3	0,036	2	12,03	1
3	0,036	3	12,05	1
3	0,036	1	12,04	2
3	0,036	2	12,04	2
3	0,036	3	12,05	2
3	0,036	1	12,04	3
3	0,036	2	12,04	3
3	0,036	3	12,05	3
3	0,036	1	12,04	4
3	0,036	2	12,04	4
3	0,036	3	12,05	4
3	0,036	1	12,04	5
3	0,036	2	12,04	5
3	0,036	3	12,05	5
3	0,036	1	12,04	6
3	0,036	2	12,03	6
3	0,036	3	12,05	6
3	0,036	1	12,04	7
3	0,036	2	12,04	7
3	0,036	3	12,05	7

3	0,036	1	12,04	8
3	0,036	2	12,04	8
3	0,036	3	12,05	8
3	0,036	1	12,04	9
3	0,036	2	12,04	9
3	0,036	3	12,05	9
3	0,036	1	12,04	10
3	0,036	2	12,04	10
3	0,036	3	12,05	10
3	0,036	1	12,04	11
3	0,036	2	12,04	11
3	0,036	3	12,05	11
3	0,036	1	12,04	12

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
3	0,036	2	12,03	12
3	0,036	3	12,05	12
3	0,036	1	12,04	14
3	0,036	2	12,04	14
3	0,036	3	12,05	14
3	0,036	1	12,04	16
3	0,036	2	12,04	16
3	0,036	3	12,05	16
3	0,036	1	12,04	18
3	0,036	2	12,04	18
3	0,036	3	12,05	18
3	0,036	1	12,04	20
3	0,036	2	12,04	20
3	0,036	3	12,05	20
3	0,036	1	12,04	22
3	0,036	2	12,04	22
3	0,036	3	12,05	22
3	0,036	1	12,04	24
3	0,036	2	12,03	24
3	0,036	3	12,05	24
3	0,036	1	12,04	27
3	0,036	2	12,04	27
3	0,036	3	12,05	27
3	0,036	1	12,04	30
3	0,036	2	12,04	30
3	0,036	3	12,05	30
3	0,036	1	12,04	33

3	0,036	2	12,04	33
3	0,036	3	12,05	33
3	0,036	1	12,04	36
3	0,036	2	12,04	36
3	0,036	3	12,05	36
3	0,036	1	12,04	40
3	0,036	2	12,03	40
3	0,036	3	12,05	40
3	0,036	1	12,04	44
3	0,036	2	12,04	44
3	0,036	3	12,05	44
3	0,036	1	12,04	48
3	0,036	2	12,03	48
3	0,036	3	12,05	48
3	0,251	1	12,81	1
3	0,251	2	12,8	1

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
3	0,251	3	12,82	1
3	0,251	1	12,81	2
3	0,251	2	12,81	2
3	0,251	3	12,82	2
3	0,251	1	12,81	3
3	0,251	2	12,81	3
3	0,251	3	12,82	3
3	0,251	1	12,81	4
3	0,251	2	12,81	4
3	0,251	3	12,82	4
3	0,251	1	12,81	5
3	0,251	2	12,81	5
3	0,251	3	12,82	5
3	0,251	1	12,81	6
3	0,251	2	12,8	6
3	0,251	3	12,82	6
3	0,251	1	12,81	7
3	0,251	2	12,81	7
3	0,251	3	12,82	7
3	0,251	1	12,81	8
3	0,251	2	12,81	8
3	0,251	3	12,82	8
3	0,251	1	12,81	9
3	0,251	2	12,81	9

3	0,251	3	12,82	9
3	0,251	1	12,81	10
3	0,251	2	12,81	10
3	0,251	3	12,82	10
3	0,251	1	12,81	11
3	0,251	2	12,81	11
3	0,251	3	12,82	11
3	0,251	1	12,81	12
3	0,251	2	12,8	12
3	0,251	3	12,82	12
3	0,251	1	12,81	14
3	0,251	2	12,81	14
3	0,251	3	12,82	14
3	0,251	1	12,81	16
3	0,251	2	12,81	16
3	0,251	3	12,82	16
3	0,251	1	12,81	18
3	0,251	2	12,81	18
3	0,251	3	12,82	18

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
3	0,251	1	12,81	20
3	0,251	2	12,81	20
3	0,251	3	12,82	20
3	0,251	1	12,81	22
3	0,251	2	12,81	22
3	0,251	3	12,82	22
3	0,251	1	12,81	24
3	0,251	2	12,8	24
3	0,251	3	12,82	24
3	0,251	1	12,81	27
3	0,251	2	12,81	27
3	0,251	3	12,82	27
3	0,251	1	12,81	30
3	0,251	2	12,81	30
3	0,251	3	12,82	30
3	0,251	1	12,81	33
3	0,251	2	12,81	33
3	0,251	3	12,82	33
3	0,251	1	12,81	36
3	0,251	2	12,81	36
3	0,251	3	12,82	36

3	0,251	1	12,81	40
3	0,251	2	12,8	40
3	0,251	3	12,82	40
3	0,251	1	12,81	44
3	0,251	2	12,81	44
3	0,251	3	12,82	44
3	0,251	1	12,81	48
3	0,251	2	12,8	48
3	0,251	3	12,82	48
3	0,466	1	13,62	1
3	0,466	2	13,63	1
3	0,466	3	13,64	1
3	0,466	1	13,62	2
3	0,466	2	13,63	2
3	0,466	3	13,62	2
3	0,466	1	13,62	3
3	0,466	2	13,63	3
3	0,466	3	13,62	3
3	0,466	1	13,62	4
3	0,466	2	13,63	4
3	0,466	3	13,62	4
3	0,466	1	13,62	5
3	0,466	2	13,63	5

Continuación Anexo. E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
3	0,466	3	13,62	5
3	0,466	1	13,62	6
3	0,466	2	13,63	6
3	0,466	3	13,64	6
3	0,466	1	13,62	7
3	0,466	2	13,63	7
3	0,466	3	13,62	7
3	0,466	1	13,62	8
3	0,466	2	13,63	8
3	0,466	3	13,62	8
3	0,466	1	13,62	9
3	0,466	2	13,63	9
3	0,466	3	13,62	9
3	0,466	1	13,62	10
3	0,466	2	13,63	10
3	0,466	3	13,62	10
3	0,466	1	13,62	11
3	0,466	2	13,63	11

3	0,466	3	13,62	11
3	0,466	1	13,62	12
3	0,466	2	13,63	12
3	0,466	3	13,64	12
3	0,466	1	13,62	14
3	0,466	2	13,63	14
3	0,466	3	13,62	14
3	0,466	1	13,62	16
3	0,466	2	13,63	16
3	0,466	3	13,62	16
3	0,466	1	13,62	18
3	0,466	2	13,63	18
3	0,466	3	13,62	18
3	0,466	1	13,62	20
3	0,466	2	13,63	20
3	0,466	3	13,62	20
3	0,466	1	13,62	22
3	0,466	2	13,63	22
3	0,466	3	13,62	22
3	0,466	1	13,62	24
3	0,466	2	13,63	24
3	0,466	3	13,64	24
3	0,466	1	13,62	27
3	0,466	2	13,63	27
3	0,466	3	13,62	27

Continuación Anexo. E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
3	0,466	1	13,62	30
3	0,466	2	13,63	30
3	0,466	3	13,62	30
3	0,466	1	13,62	33
3	0,466	2	13,63	33
3	0,466	3	13,62	33
3	0,466	1	13,62	36
3	0,466	2	13,63	36
3	0,466	3	13,62	36
3	0,466	1	13,62	40
3	0,466	2	13,63	40
3	0,466	3	13,64	40
3	0,466	1	13,62	44
3	0,466	2	13,63	44
3	0,466	3	13,62	44

3	0,466	1	13,62	48
3	0,466	2	13,63	48
3	0,466	3	13,64	48
3	0,681	1	14,19	1
3	0,681	2	14,17	1
3	0,681	3	14,18	1
3	0,681	1	14,18	2
3	0,681	2	14,17	2
3	0,681	3	14,18	2
3	0,681	1	14,18	3
3	0,681	2	14,17	3
3	0,681	3	14,18	3
3	0,681	1	14,18	4
3	0,681	2	14,17	4
3	0,681	3	14,18	4
3	0,681	1	14,18	5
3	0,681	2	14,17	5
3	0,681	3	14,18	5
3	0,681	1	14,19	6
3	0,681	2	14,17	6
3	0,681	3	14,18	6
3	0,896	1	14,93	1
3	0,896	2	14,91	1
3	0,896	3	14,92	1
3	0,896	1	14,93	2
3	0,896	2	14,92	2
3	0,896	3	14,92	2
3	0,896	1	14,93	3

Continuación Anexo E.

Experimento	Concentración	Réplica	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora Experimental
3	0,896	2	14,92	3
3	0,896	3	14,92	3
3	0,896	1	14,93	4
3	0,896	2	14,92	4
3	0,896	3	14,92	4
3	0,896	1	14,93	5
3	0,896	2	14,92	5
3	0,896	3	14,92	5
3	0,896	1	14,93	6
3	0,896	2	14,91	6
3	0,896	3	14,92	6

3	1,111	1	15,33	1
3	1,111	2	15,35	1
3	1,111	3	15,34	1
3	1,111	1	15,35	2
3	1,111	2	15,35	2
3	1,111	3	15,34	2
3	1,111	1	15,35	3
3	1,111	2	15,35	3
3	1,111	3	15,34	3
3	1,111	1	15,35	4
3	1,111	2	15,35	4
3	1,111	3	15,34	4
3	1,111	1	15,35	5
3	1,111	2	15,35	5
3	1,111	3	15,34	5
3	1,111	1	15,33	6
3	1,111	2	15,35	6
3	1,111	3	15,34	6

Anexo F. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Conductividad.

Concentración	Rép.	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			H	Media	DS	ES	CV%
0,000	1	11,22	11,23	11,22	1				
0,000	2	11,23	11,24	11,24	1				
0,000	3	11,24	11,22	11,23	1	11,2300	0,008	0,0028	0,02570571
0,000	1	11,22	11,23	11,22	2				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	2				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	2	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001

0,000	1	11,22	11,23	11,22	3				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	3				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	3	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	4				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	4				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	4	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	5				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	5				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	5	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	6				
0,000	2	11,23	11,24	11,24	6				
0,000	3	11,24	11,22	11,23	6	11,2300	0,008	0,0028	0,02570571
0,000	1	11,22	11,23	11,22	7				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	7				
0,000	3	11,24	11,22	11,23	7	11,2256	0,007	0,0024	0,0215723
0,000	1	11,22	11,23	11,22	8				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	8				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	8	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	9				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	9				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	9	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	10				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	10				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	10	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	11				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	11				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	11	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	12				
0,000	2	11,23	11,24	11,24	12				
0,000	3	11,24	11,22	11,23	12	11,2300	0,008	0,0028	0,02570571
0,000	1	11,22	11,23	11,22	14				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	14				
0,000	3	11,24	11,22	11,23	14	11,2256	0,007	0,0024	0,0215723

Continuación Anexo F.

Concentración	Rép.	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)			Hora	Promedio	DS	ES	CV%
0,000	1	11,22	11,23	11,22	16				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	16				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	16	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	18				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	18				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	18	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001

0,000	1	11,22	11,23	11,22	20				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	20				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	20	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	22				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	22				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	22	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	24				
0,000	2	11,23	11,24	11,24	24				
0,000	3	11,24	11,22	11,23	24	11,2300	0,008	0,0028	0,02570571
0,000	1	11,22	11,23	11,22	27				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	27				
0,000	3	11,24	11,22	11,23	27	11,2256	0,007	0,0024	0,0215723
0,000	1	11,22	11,23	11,22	30				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	30				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	30	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	33				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	33				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	33	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	36				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	36				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	36	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	40				
0,000	2	11,23	11,24	11,24	40				
0,000	3	11,24	11,22	11,23	40	11,2300	0,008	0,0028	0,02570571
0,000	1	11,22	11,23	11,22	44				
0,000	2	11,23	11,22	11,22	44				
0,000	3	11,22	11,22	11,23	44	11,2233	0,005	0,0016	0,01485001
0,000	1	11,22	11,23	11,22	48				
0,000	2	11,23	11,24	11,24	48				
0,000	3	11,24	11,22	11,23	48	11,2300	0,008	0,0028	0,02570571
0,036	1	12,05	12,03	12,04	1				
0,036	2	12,03	12,05	12,03	1				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	1	12,0400	0,008	0,0028	0,02397634
0,036	1	12,05	12,04	12,04	2				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	2				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	2	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892

Continuación Anexo F.

Concentración	Rép.	Conductividad (μS/cm)			Hora	Promedio	DS	ES	CV%
0,036	1	12,05	12,04	12,04	3				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	3				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	3	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892

0,036	1	12,05	12,04	12,04	4				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	4				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	4	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,04	12,04	5				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	5				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	5	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,03	12,04	6				
0,036	2	12,03	12,05	12,03	6				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	6	12,0400	0,0086	0,0028	0,02397634
0,036	1	12,05	12,04	12,04	7				
0,036	2	12,03	12,05	12,04	7				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	7	12,0422	0,0066	0,0022	0,01845359
0,036	1	12,05	12,04	12,04	8				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	8				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	8	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,04	12,04	9				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	9				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	9	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,04	12,04	10				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	10				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	10	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,04	12,04	11				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	11				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	11	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,03	12,04	12				
0,036	2	12,03	12,05	12,03	12				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	12	12,0400	0,0086	0,0028	0,02397634
0,036	1	12,05	12,04	12,04	14				
0,036	2	12,03	12,05	12,04	14				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	14	12,0422	0,0066	0,0022	0,01845359
0,036	1	12,05	12,04	12,04	16				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	16				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	16	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,04	12,04	18				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	18				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	18	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,04	12,04	20				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	20				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	20	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892

Continuación Anexo F.

Concentración	Rép.	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Hora	Promedio	DS	ES	CV%
---------------	------	---	------	----------	----	----	-----

0,036	1	12,05	12,04	12,04	22				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	22				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	22	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,03	12,04	24				
0,036	2	12,03	12,05	12,03	24				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	24	12,0400	0,0086	0,0028	0,02397634
0,036	1	12,05	12,04	12,04	27				
0,036	2	12,03	12,05	12,04	27				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	27	12,0422	0,0066	0,0022	0,01845359
0,036	1	12,05	12,04	12,04	30				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	30				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	30	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,04	12,04	33				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	33				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	33	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,04	12,04	36				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	36				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	36	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,03	12,04	40				
0,036	2	12,03	12,05	12,03	40				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	40	12,0400	0,0086	0,0028	0,02397634
0,036	1	12,05	12,04	12,04	44				
0,036	2	12,04	12,05	12,04	44				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	44	12,0433	0,005	0,0016	0,01383892
0,036	1	12,05	12,03	12,04	48				
0,036	2	12,03	12,05	12,03	48				
0,036	3	12,04	12,04	12,05	48	12,0400	0,0086	0,0028	0,02397634
0,251	1	12,8	12,82	12,81	1				
0,251	2	12,82	12,8	12,8	1				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	1	12,8100	0,0086	0,0028	0,02253514
0,251	1	12,81	12,82	12,81	2				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	2				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	2	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,81	12,82	12,81	3				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	3				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	3	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,81	12,82	12,81	4				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	4				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	4	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,81	12,82	12,81	5				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	5				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	5	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728

Continuación Anexo F.

Concentración	Rép.	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)			Hora	Promedio	DS	ES	CV%
0,251	1	12,8	12,82	12,81	6				
0,251	2	12,82	12,8	12,8	6				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	6	12,8100	0,0086	0,0028	0,02253514
0,251	1	12,8	12,82	12,81	7				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	7				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	7	12,8122	0,0066	0,0022	0,01734455
0,251	1	12,81	12,82	12,81	8				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	8				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	8	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,81	12,82	12,81	9				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	9				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	9	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,81	12,82	12,81	10				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	10				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	10	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,81	12,82	12,81	11				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	11				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	11	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,8	12,82	12,81	12				
0,251	2	12,82	12,8	12,8	12				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	12	12,8100	0,0086	0,0028	0,02253514
0,251	1	12,8	12,82	12,81	14				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	14				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	14	12,8122	0,0066	0,0022	0,01734455
0,251	1	12,81	12,82	12,81	16				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	16				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	16	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,81	12,82	12,81	18				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	18				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	18	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,81	12,82	12,81	20				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	20				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	20	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,81	12,82	12,81	22				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	22				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	22	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,8	12,82	12,81	24				
0,251	2	12,82	12,8	12,8	24				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	24	12,8100	0,0086	0,0028	0,02253514
0,251	1	12,8	12,82	12,81	27				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	27	12,8122	0,0066	0,0022	0,01734455

0,251	3	12,81	12,81	12,82	27
-------	---	-------	-------	-------	----

Continuación Anexo C.A.

Concentración	Rép.	Conductividad (μS/cm)			Hora	Promedio	DS	ES	CV%
0,251	1	12,81	12,82	12,81	30				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	30				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	30	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,81	12,82	12,81	33				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	33				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	33	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,81	12,82	12,81	36				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	36				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	36	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,8	12,82	12,81	40				
0,251	2	12,82	12,8	12,8	40				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	40	12,8100	0,0086	0,0028	0,02253514
0,251	1	12,81	12,82	12,81	44				
0,251	2	12,82	12,81	12,81	44				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	44	12,8133	0,005	0,0016	0,01300728
0,251	1	12,8	12,82	12,81	48				
0,251	2	12,82	12,8	12,8	48				
0,251	3	12,81	12,81	12,82	48	12,8100	0,0086	0,0028	0,02253514
0,466	1	13,63	13,64	13,62	1				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	1				
0,466	3	13,64	13,63	13,64	1	13,6300	0,0086	0,0028	0,02117939
0,466	1	13,63	13,62	13,62	2				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	2				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	2	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,62	13,62	3				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	3				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	3	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,62	13,62	4				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	4				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	4	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,62	13,62	5				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	5				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	5	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,64	13,62	6				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	6				
0,466	3	13,64	13,63	13,64	6	13,6300	0,0086	0,0028	0,02117939
0,466	1	13,63	13,62	13,62	7				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	7	13,6256	0,0072	0,0024	0,01777256

0,466	3	13,64	13,63	13,62	7				
0,466	1	13,63	13,62	13,62	8				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	8				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	8	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391

Continuación Anexo F.

Concentración	Rép.	Conductividad (μS/cm)			Hora	Promedio	DS	ES	CV%
0,466	1	13,63	13,62	13,62	9				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	9				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	9	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,62	13,62	10				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	10				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	10	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,62	13,62	11				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	11				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	11	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,64	13,62	12				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	12				
0,466	3	13,64	13,63	13,64	12	13,6300	0,0086	0,0028	0,02117939
0,466	1	13,63	13,62	13,62	14				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	14				
0,466	3	13,64	13,63	13,62	14	13,6256	0,0072	0,0024	0,01777256
0,466	1	13,63	13,62	13,62	16				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	16				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	16	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,62	13,62	18				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	18				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	18	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,62	13,62	20				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	20				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	20	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,62	13,62	22				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	22				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	22	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,64	13,62	24				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	24				
0,466	3	13,64	13,63	13,64	24	13,6300	0,0086	0,0028	0,02117939
0,466	1	13,63	13,62	13,62	27				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	27				
0,466	3	13,64	13,63	13,62	27	13,6256	0,0072	0,0024	0,01777256
0,466	1	13,63	13,62	13,62	30				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	30	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391

0,466	3	13,62	13,63	13,62	30				
0,466	1	13,63	13,62	13,62	33				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	33				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	33	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,62	13,62	36				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	36				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	36	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391

Continuación Anexo F.

Concentración	Rép.	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			Hora	Promedio	DS	ES	CV%
0,466	1	13,63	13,64	13,62	40				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	40				
0,466	3	13,64	13,63	13,64	40	13,6300	0,0086	0,0028	0,02117939
0,466	1	13,63	13,62	13,62	44				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	44				
0,466	3	13,62	13,63	13,62	44	13,6233	0,005	0,0016	0,01223391
0,466	1	13,63	13,64	13,62	48				
0,466	2	13,62	13,62	13,63	48				
0,466	3	13,64	13,63	13,64	48	13,6300	0,0086	0,0028	0,02117939
0,681	1	14,18	14,17	14,19	1				
0,681	2	14,17	14,18	14,17	1				
0,681	3	14,19	14,19	14,18	1	14,1800	0,0086	0,0028	0,02035791
0,681	1	14,18	14,17	14,18	2				
0,681	2	14,17	14,18	14,17	2				
0,681	3	14,18	14,18	14,18	2	14,1767	0,005	0,0016	0,01175641
0,681	1	14,18	14,17	14,18	3				
0,681	2	14,17	14,18	14,17	3				
0,681	3	14,18	14,18	14,18	3	14,1767	0,005	0,0016	0,01175641
0,681	1	14,18	14,17	14,18	4				
0,681	2	14,17	14,18	14,17	4				
0,681	3	14,18	14,18	14,18	4	14,1767	0,005	0,0016	0,01175641
0,681	1	14,18	14,17	14,18	5				
0,681	2	14,17	14,18	14,17	5				
0,681	3	14,18	14,18	14,18	5	14,1767	0,005	0,0016	0,01175641
0,681	1	14,18	14,17	14,19	6				
0,681	2	14,17	14,18	14,17	6				
0,681	3	14,19	14,19	14,18	6	14,1800	0,0086	0,0028	0,02035791
0,896	1	14,91	14,93	14,93	1				
0,896	2	14,93	14,91	14,91	1				
0,896	3	14,92	14,92	14,92	1	14,9200	0,0086	0,0028	0,0193482
0,896	1	14,92	14,93	14,93	2	14,9233	0,005	0,0016	0,01116819

0,896	2	14,93	14,92	14,92	2				
0,896	3	14,92	14,92	14,92	2				
0,896	1	14,92	14,93	14,93	3				
0,896	2	14,93	14,92	14,92	3				
0,896	3	14,92	14,92	14,92	3	14,9233	0,005	0,0016	0,01116819
0,896	1	14,92	14,93	14,93	4				
0,896	2	14,93	14,92	14,92	4				
0,896	3	14,92	14,92	14,92	4	14,9233	0,005	0,0016	0,01116819
0,896	1	14,92	14,93	14,93	5				
0,896	2	14,93	14,92	14,92	5				
0,896	3	14,92	14,92	14,92	5	14,9233	0,005	0,0016	0,01116819

Continuación Anexo F.

Concentración	Rép.	Conductividad			Hora	Media	DS	ES	CV%
		(μS/cm)							
0,896	1	14,91	14,93	14,93	6				
0,896	2	14,93	14,91	14,91	6				
0,896	3	14,92	14,92	14,92	6	14,9200	0,0086	0,0028	0,0193482
1,111	1	15,34	15,34	15,33	1				
1,111	2	15,33	15,35	15,35	1				
1,111	3	15,35	15,33	15,34	1	15,3400	0,0086	0,0028	0,01881846
1,111	1	15,34	15,34	15,35	2				
1,111	2	15,35	15,35	15,35	2				
1,111	3	15,35	15,35	15,34	2	15,3467	0,005	0,0016	0,01086012
1,111	1	15,34	15,34	15,35	3				
1,111	2	15,35	15,35	15,35	3				
1,111	3	15,35	15,35	15,34	3	15,3467	0,005	0,0016	0,01086012
1,111	1	15,34	15,34	15,35	4				
1,111	2	15,35	15,35	15,35	4				
1,111	3	15,35	15,35	15,34	4	15,3467	0,005	0,0016	0,01086012
1,111	1	15,34	15,34	15,35	5				
1,111	2	15,35	15,35	15,35	5				
1,111	3	15,35	15,35	15,34	5	15,3467	0,005	0,0016	0,01086012
1,111	1	15,34	15,34	15,33	6				
1,111	2	15,33	15,35	15,35	6				
1,111	3	15,35	15,33	15,34	6	15,3400	0,0086	0,0028	0,01881846

Anexo G. Datos de la variable Potencial de Hidrógeno (pH), en Unidades.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
1	0,000	1	7,26	1
1	0,000	2	7,27	1
1	0,000	3	7,26	1
1	0,000	1	7,26	2
1	0,000	2	7,27	2
1	0,000	3	7,26	2
1	0,000	1	7,25	3
1	0,000	2	7,27	3
1	0,000	3	7,26	3
1	0,000	1	7,26	4
1	0,000	2	7,27	4
1	0,000	3	7,26	4
1	0,000	1	7,25	5
1	0,000	2	7,27	5
1	0,000	3	7,26	5
1	0,000	1	7,26	6
1	0,000	2	7,27	6
1	0,000	3	7,26	6
1	0,000	1	7,25	7
1	0,000	2	7,27	7
1	0,000	3	7,26	7
1	0,000	1	7,26	8
1	0,000	2	7,27	8
1	0,000	3	7,26	8
1	0,000	1	7,26	9
1	0,000	2	7,27	9
1	0,000	3	7,26	9

1	0,000	1	7,26	10
1	0,000	2	7,27	10
1	0,000	3	7,26	10
1	0,000	1	7,25	11
1	0,000	2	7,27	11
1	0,000	3	7,26	11
1	0,000	1	7,26	12
1	0,000	2	7,27	12
1	0,000	3	7,26	12
1	0,000	1	7,26	14
1	0,000	2	7,27	14
1	0,000	3	7,26	14
1	0,000	1	7,26	16
1	0,000	2	7,27	16
1	0,000	3	7,26	16
1	0,000	1	7,25	18

Continuación Anexo G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
1	0,000	2	7,27	18
1	0,000	3	7,26	18
1	0,000	1	7,26	20
1	0,000	2	7,27	20
1	0,000	3	7,26	20
1	0,000	1	7,25	22
1	0,000	2	7,27	22
1	0,000	3	7,26	22
1	0,000	1	7,26	24
1	0,000	2	7,27	24
1	0,000	3	7,26	24
1	0,000	1	7,26	27
1	0,000	2	7,27	27
1	0,000	3	7,26	27
1	0,000	1	7,25	30
1	0,000	2	7,27	30
1	0,000	3	7,26	30
1	0,000	1	7,26	33
1	0,000	2	7,27	33
1	0,000	3	7,26	33
1	0,000	1	7,26	36
1	0,000	2	7,27	36
1	0,000	3	7,26	36
1	0,000	1	7,26	40

1	0,000	2	7,27	40
1	0,000	3	7,26	40
1	0,000	1	7,25	44
1	0,000	2	7,27	44
1	0,000	3	7,26	44
1	0,000	1	7,26	48
1	0,000	2	7,27	48
1	0,000	3	7,26	48
1	0,036	1	7,33	1
1	0,036	2	7,33	1
1	0,036	3	7,34	1
1	0,036	1	7,33	2
1	0,036	2	7,33	2
1	0,036	3	7,34	2
1	0,036	1	7,33	3
1	0,036	2	7,32	3
1	0,036	3	7,34	3
1	0,036	1	7,33	4

Continuación Anexo G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
1	0,036	2	7,33	4
1	0,036	3	7,34	4
1	0,036	1	7,33	5
1	0,036	2	7,32	5
1	0,036	3	7,34	5
1	0,036	1	7,33	6
1	0,036	2	7,33	6
1	0,036	3	7,34	6
1	0,036	1	7,33	7
1	0,036	2	7,32	7
1	0,036	3	7,34	7
1	0,036	1	7,33	8
1	0,036	2	7,33	8
1	0,036	3	7,34	8
1	0,036	1	7,33	9
1	0,036	2	7,33	9
1	0,036	3	7,34	9
1	0,036	1	7,33	10
1	0,036	2	7,33	10
1	0,036	3	7,34	10

1	0,036	1	7,33	11
1	0,036	2	7,32	11
1	0,036	3	7,34	11
1	0,036	1	7,33	12
1	0,036	2	7,33	12
1	0,036	3	7,34	12
1	0,036	1	7,33	14
1	0,036	2	7,33	14
1	0,036	3	7,34	14
1	0,036	1	7,33	16
1	0,036	2	7,33	16
1	0,036	3	7,34	16
1	0,036	1	7,33	18
1	0,036	2	7,32	18
1	0,036	3	7,34	18
1	0,036	1	7,33	20
1	0,036	2	7,33	20
1	0,036	3	7,34	20
1	0,036	1	7,33	22
1	0,036	2	7,32	22
1	0,036	3	7,34	22
1	0,036	1	7,33	24

Continuación Anexo G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
1	0,036	2	7,33	24
1	0,036	3	7,34	24
1	0,036	1	7,33	27
1	0,036	2	7,33	27
1	0,036	3	7,34	27
1	0,036	1	7,33	30
1	0,036	2	7,32	30
1	0,036	3	7,34	30
1	0,036	1	7,33	33
1	0,036	2	7,33	33
1	0,036	3	7,34	33
1	0,036	1	7,33	36
1	0,036	2	7,33	36
1	0,036	3	7,34	36
1	0,036	1	7,33	40
1	0,036	2	7,33	40
1	0,036	3	7,34	40
1	0,036	1	7,33	44

1	0,036	2	7,32	44
1	0,036	3	7,34	44
1	0,036	1	7,33	48
1	0,036	2	7,33	48
1	0,036	3	7,34	48
1	0,251	1	7,39	1
1	0,251	2	7,40	1
1	0,251	3	7,39	1
1	0,251	1	7,39	2
1	0,251	2	7,40	2
1	0,251	3	7,39	2
1	0,251	1	7,39	3
1	0,251	2	7,40	3
1	0,251	3	7,38	3
1	0,251	1	7,39	4
1	0,251	2	7,40	4
1	0,251	3	7,39	4
1	0,251	1	7,39	5
1	0,251	2	7,40	5
1	0,251	3	7,38	5
1	0,251	1	7,39	6
1	0,251	2	7,40	6
1	0,251	3	7,39	6
1	0,251	1	7,39	7
1	0,251	2	7,40	7

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
1	0,251	3	7,38	7
1	0,251	1	7,39	8
1	0,251	2	7,40	8
1	0,251	3	7,39	8
1	0,251	1	7,39	9
1	0,251	2	7,40	9
1	0,251	3	7,39	9
1	0,251	1	7,39	10
1	0,251	2	7,40	10
1	0,251	3	7,39	10
1	0,251	1	7,39	11
1	0,251	2	7,40	11
1	0,251	3	7,38	11
1	0,251	1	7,39	12
1	0,251	2	7,40	12

1	0,251	3	7,39	12
1	0,251	1	7,39	14
1	0,251	2	7,40	14
1	0,251	3	7,39	14
1	0,251	1	7,39	16
1	0,251	2	7,40	16
1	0,251	3	7,39	16
1	0,251	1	7,39	18
1	0,251	2	7,40	18
1	0,251	3	7,38	18
1	0,251	1	7,39	20
1	0,251	2	7,40	20
1	0,251	3	7,39	20
1	0,251	1	7,39	22
1	0,251	2	7,40	22
1	0,251	3	7,38	22
1	0,251	1	7,39	24
1	0,251	2	7,40	24
1	0,251	3	7,39	24
1	0,251	1	7,39	27
1	0,251	2	7,40	27
1	0,251	3	7,39	27
1	0,251	1	7,39	30
1	0,251	2	7,40	30
1	0,251	3	7,38	30
1	0,251	1	7,39	33
1	0,251	2	7,40	33
1	0,251	3	7,39	33
1	0,251	1	7,39	36

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
1	0,251	2	7,40	36
1	0,251	3	7,39	36
1	0,251	1	7,39	40
1	0,251	2	7,40	40
1	0,251	3	7,39	40
1	0,251	1	7,39	44
1	0,251	2	7,40	44
1	0,251	3	7,38	44
1	0,251	1	7,39	48
1	0,251	2	7,40	48
1	0,251	3	7,39	48
1	0,466	1	7,47	1

1	0,466	2	7,46	1
1	0,466	3	7,46	1
1	0,466	1	7,47	2
1	0,466	2	7,46	2
1	0,466	3	7,46	2
1	0,466	1	7,47	3
1	0,466	2	7,48	3
1	0,466	3	7,46	3
1	0,466	1	7,47	4
1	0,466	2	7,46	4
1	0,466	3	7,46	4
1	0,466	1	7,47	5
1	0,466	2	7,48	5
1	0,466	3	7,46	5
1	0,466	1	7,47	6
1	0,466	2	7,46	6
1	0,466	3	7,46	6
1	0,466	1	7,47	7
1	0,466	2	7,48	7
1	0,466	3	7,46	7
1	0,466	1	7,47	8
1	0,466	2	7,46	8
1	0,466	3	7,46	8
1	0,466	1	7,47	9
1	0,466	2	7,46	9
1	0,466	3	7,46	9
1	0,466	1	7,47	10
1	0,466	2	7,46	10
1	0,466	3	7,46	10
1	0,466	1	7,47	11
1	0,466	2	7,48	11

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
1	0,466	3	7,46	11
1	0,466	1	7,47	12
1	0,466	2	7,46	12
1	0,466	3	7,46	12
1	0,466	1	7,47	14
1	0,466	2	7,46	14
1	0,466	3	7,46	14
1	0,466	1	7,47	16
1	0,466	2	7,46	16

1	0,466	3	7,46	16
1	0,466	1	7,47	18
1	0,466	2	7,48	18
1	0,466	3	7,46	18
1	0,466	1	7,47	20
1	0,466	2	7,46	20
1	0,466	3	7,46	20
1	0,466	1	7,47	22
1	0,466	2	7,48	22
1	0,466	3	7,46	22
1	0,466	1	7,47	24
1	0,466	2	7,46	24
1	0,466	3	7,46	24
1	0,466	1	7,47	27
1	0,466	2	7,46	27
1	0,466	3	7,46	27
1	0,466	1	7,47	30
1	0,466	2	7,48	30
1	0,466	3	7,46	30
1	0,466	1	7,47	33
1	0,466	2	7,46	33
1	0,466	3	7,46	33
1	0,466	1	7,47	36
1	0,466	2	7,46	36
1	0,466	3	7,46	36
1	0,466	1	7,47	40
1	0,466	2	7,46	40
1	0,466	3	7,46	40
1	0,466	1	7,47	44
1	0,466	2	7,48	44
1	0,466	3	7,46	44
1	0,466	1	7,47	48
1	0,466	2	7,46	48

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
1	0,466	3	7,46	48
1	0,681	1	7,52	1
1	0,681	2	7,53	1
1	0,681	3	7,52	1
1	0,681	1	7,52	2
1	0,681	2	7,53	2

1	0,681	3	7,52	2
1	0,681	1	7,51	3
1	0,681	2	7,53	3
1	0,681	3	7,52	3
1	0,681	1	7,52	4
1	0,681	2	7,53	4
1	0,681	3	7,52	4
1	0,681	1	7,51	5
1	0,681	2	7,53	5
1	0,681	3	7,52	5
1	0,681	1	7,52	6
1	0,681	2	7,53	6
1	0,681	3	7,52	6
1	0,896	1	7,58	1
1	0,896	2	7,58	1
1	0,896	3	7,59	1
1	0,896	1	7,58	2
1	0,896	2	7,58	2
1	0,896	3	7,59	2
1	0,896	1	7,57	3
1	0,896	2	7,58	3
1	0,896	3	7,59	3
1	0,896	1	7,58	4
1	0,896	2	7,58	4
1	0,896	3	7,59	4
1	0,896	1	7,57	5
1	0,896	2	7,58	5
1	0,896	3	7,59	5
1	0,896	1	7,58	6
1	0,896	2	7,58	6
1	0,896	3	7,59	6
1	1,111	1	7,64	1
1	1,111	2	7,64	1
1	1,111	3	7,65	1
1	1,111	1	7,64	2
1	1,111	2	7,64	2
1	1,111	3	7,65	2
1	1,111	1	7,64	3

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
1	1,111	2	7,64	3
1	1,111	3	7,65	3

1	1,111	1	7,64	4
1	1,111	2	7,64	4
1	1,111	3	7,65	4
1	1,111	1	7,64	5
1	1,111	2	7,64	5
1	1,111	3	7,65	5
1	1,111	1	7,64	6
1	1,111	2	7,64	6
1	1,111	3	7,65	6
2	0,000	1	7,26	1
2	0,000	2	7,26	1
2	0,000	3	7,27	1
2	0,000	1	7,26	2
2	0,000	2	7,26	2
2	0,000	3	7,27	2
2	0,000	1	7,26	3
2	0,000	2	7,25	3
2	0,000	3	7,27	3
2	0,000	1	7,26	4
2	0,000	2	7,26	4
2	0,000	3	7,27	4
2	0,000	1	7,26	5
2	0,000	2	7,25	5
2	0,000	3	7,27	5
2	0,000	1	7,26	6
2	0,000	2	7,26	6
2	0,000	3	7,27	6
2	0,000	1	7,26	7
2	0,000	2	7,25	7
2	0,000	3	7,27	7
2	0,000	1	7,26	8
2	0,000	2	7,26	8
2	0,000	3	7,27	8
2	0,000	1	7,26	9
2	0,000	2	7,26	9
2	0,000	3	7,27	9
2	0,000	1	7,26	10
2	0,000	2	7,26	10
2	0,000	3	7,27	10
2	0,000	1	7,26	11
2	0,000	2	7,25	11

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
2	0,000	3	7,27	11
2	0,000	1	7,26	12
2	0,000	2	7,26	12
2	0,000	3	7,27	12
2	0,000	1	7,26	14
2	0,000	2	7,26	14
2	0,000	3	7,27	14
2	0,000	1	7,26	16
2	0,000	2	7,26	16
2	0,000	3	7,27	16
2	0,000	1	7,26	18
2	0,000	2	7,25	18
2	0,000	3	7,27	18
2	0,000	1	7,26	20
2	0,000	2	7,26	20
2	0,000	3	7,27	20
2	0,000	1	7,26	22
2	0,000	2	7,25	22
2	0,000	3	7,27	22
2	0,000	1	7,26	24
2	0,000	2	7,26	24
2	0,000	3	7,27	24
2	0,000	1	7,26	27
2	0,000	2	7,26	27
2	0,000	3	7,27	27
2	0,000	1	7,26	30
2	0,000	2	7,25	30
2	0,000	3	7,27	30
2	0,000	1	7,26	33
2	0,000	2	7,26	33
2	0,000	3	7,27	33
2	0,000	1	7,26	36
2	0,000	2	7,26	36
2	0,000	3	7,27	36
2	0,000	1	7,26	40
2	0,000	2	7,26	40
2	0,000	3	7,27	40
2	0,000	1	7,26	44
2	0,000	2	7,25	44
2	0,000	3	7,27	44
2	0,000	1	7,26	48
2	0,000	2	7,26	48
2	0,000	3	7,27	48

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
2	0,036	1	7,33	1
2	0,036	2	7,33	1
2	0,036	3	7,34	1
2	0,036	1	7,33	2
2	0,036	2	7,33	2
2	0,036	3	7,34	2
2	0,036	1	7,32	3
2	0,036	2	7,33	3
2	0,036	3	7,34	3
2	0,036	1	7,33	4
2	0,036	2	7,33	4
2	0,036	3	7,34	4
2	0,036	1	7,32	5
2	0,036	2	7,33	5
2	0,036	3	7,34	5
2	0,036	1	7,33	6
2	0,036	2	7,33	6
2	0,036	3	7,34	6
2	0,036	1	7,32	7
2	0,036	2	7,33	7
2	0,036	3	7,34	7
2	0,036	1	7,33	8
2	0,036	2	7,33	8
2	0,036	3	7,34	8
2	0,036	1	7,33	9
2	0,036	2	7,33	9
2	0,036	3	7,34	9
2	0,036	1	7,33	10
2	0,036	2	7,33	10
2	0,036	3	7,34	10
2	0,036	1	7,32	11
2	0,036	2	7,33	11
2	0,036	3	7,34	11
2	0,036	1	7,33	12
2	0,036	2	7,33	12
2	0,036	3	7,34	12
2	0,036	1	7,33	14
2	0,036	2	7,33	14
2	0,036	3	7,34	14
2	0,036	1	7,33	16
2	0,036	2	7,33	16

2	0,036	3	7,34	16
2	0,036	1	7,32	18

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
2	0,036	2	7,33	18
2	0,036	3	7,34	18
2	0,036	1	7,33	20
2	0,036	2	7,33	20
2	0,036	3	7,34	20
2	0,036	1	7,32	22
2	0,036	2	7,33	22
2	0,036	3	7,34	22
2	0,036	1	7,33	24
2	0,036	2	7,33	24
2	0,036	3	7,34	24
2	0,036	1	7,33	27
2	0,036	2	7,33	27
2	0,036	3	7,34	27
2	0,036	1	7,32	30
2	0,036	2	7,33	30
2	0,036	3	7,34	30
2	0,036	1	7,33	33
2	0,036	2	7,33	33
2	0,036	3	7,34	33
2	0,036	1	7,33	36
2	0,036	2	7,33	36
2	0,036	3	7,34	36
2	0,036	1	7,33	40
2	0,036	2	7,33	40
2	0,036	3	7,34	40
2	0,036	1	7,32	44
2	0,036	2	7,33	44
2	0,036	3	7,34	44
2	0,036	1	7,33	48
2	0,036	2	7,33	48
2	0,036	3	7,34	48
2	0,251	1	7,39	1
2	0,251	2	7,40	1
2	0,251	3	7,39	1
2	0,251	1	7,39	2
2	0,251	2	7,40	2
2	0,251	3	7,39	2

2	0,251	1	7,38	3
2	0,251	2	7,40	3
2	0,251	3	7,39	3
2	0,251	1	7,39	4
2	0,251	2	7,40	4

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
2	0,251	3	7,39	4
2	0,251	1	7,38	5
2	0,251	2	7,40	5
2	0,251	3	7,39	5
2	0,251	1	7,39	6
2	0,251	2	7,40	6
2	0,251	3	7,39	6
2	0,251	1	7,38	7
2	0,251	2	7,40	7
2	0,251	3	7,39	7
2	0,251	1	7,39	8
2	0,251	2	7,40	8
2	0,251	3	7,39	8
2	0,251	1	7,39	9
2	0,251	2	7,40	9
2	0,251	3	7,39	9
2	0,251	1	7,39	10
2	0,251	2	7,40	10
2	0,251	3	7,39	10
2	0,251	1	7,38	11
2	0,251	2	7,40	11
2	0,251	3	7,39	11
2	0,251	1	7,39	12
2	0,251	2	7,40	12
2	0,251	3	7,39	12
2	0,251	1	7,39	14
2	0,251	2	7,40	14
2	0,251	3	7,39	14
2	0,251	1	7,39	16
2	0,251	2	7,40	16
2	0,251	3	7,39	16
2	0,251	1	7,38	18
2	0,251	2	7,40	18
2	0,251	3	7,39	18
2	0,251	1	7,39	20
2	0,251	2	7,40	20
2	0,251	3	7,39	20

2	0,251	1	7,38	22
2	0,251	2	7,40	22
2	0,251	3	7,39	22
2	0,251	1	7,39	24
2	0,251	2	7,40	24
2	0,251	3	7,39	24
2	0,251	1	7,39	27

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
2	0,251	2	7,40	27
2	0,251	3	7,39	27
2	0,251	1	7,38	30
2	0,251	2	7,40	30
2	0,251	3	7,39	30
2	0,251	1	7,39	33
2	0,251	2	7,40	33
2	0,251	3	7,39	33
2	0,251	1	7,39	36
2	0,251	2	7,40	36
2	0,251	3	7,39	36
2	0,251	1	7,39	40
2	0,251	2	7,40	40
2	0,251	3	7,39	40
2	0,251	1	7,38	44
2	0,251	2	7,40	44
2	0,251	3	7,39	44
2	0,251	1	7,39	48
2	0,251	2	7,40	48
2	0,251	3	7,39	48
2	0,466	1	7,46	1
2	0,466	2	7,47	1
2	0,466	3	7,46	1
2	0,466	1	7,46	2
2	0,466	2	7,47	2
2	0,466	3	7,46	2
2	0,466	1	7,46	3
2	0,466	2	7,47	3
2	0,466	3	7,48	3
2	0,466	1	7,46	4
2	0,466	2	7,47	4
2	0,466	3	7,46	4
2	0,466	1	7,46	5

2	0,466	2	7,47	5
2	0,466	3	7,48	5
2	0,466	1	7,46	6
2	0,466	2	7,47	6
2	0,466	3	7,46	6
2	0,466	1	7,46	7
2	0,466	2	7,47	7
2	0,466	3	7,48	7
2	0,466	1	7,46	8

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
2	0,466	2	7,47	8
2	0,466	3	7,46	8
2	0,466	1	7,46	9
2	0,466	2	7,47	9
2	0,466	3	7,46	9
2	0,466	1	7,46	10
2	0,466	2	7,47	10
2	0,466	3	7,46	10
2	0,466	1	7,46	11
2	0,466	2	7,47	11
2	0,466	3	7,48	11
2	0,466	1	7,46	12
2	0,466	2	7,47	12
2	0,466	3	7,46	12
2	0,466	1	7,46	14
2	0,466	2	7,47	14
2	0,466	3	7,46	14
2	0,466	1	7,46	16
2	0,466	2	7,47	16
2	0,466	3	7,46	16
2	0,466	1	7,46	18
2	0,466	2	7,47	18
2	0,466	3	7,48	18
2	0,466	1	7,46	20
2	0,466	2	7,47	20
2	0,466	3	7,46	20
2	0,466	1	7,46	22
2	0,466	2	7,47	22
2	0,466	3	7,48	22
2	0,466	1	7,46	24
2	0,466	2	7,47	24

2	0,466	3	7,46	24
2	0,466	1	7,46	27
2	0,466	2	7,47	27
2	0,466	3	7,46	27
2	0,466	1	7,46	30
2	0,466	2	7,47	30
2	0,466	3	7,48	30
2	0,466	1	7,46	33
2	0,466	2	7,47	33
2	0,466	3	7,46	33
2	0,466	1	7,46	36

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
2	0,466	2	7,47	36
2	0,466	3	7,46	36
2	0,466	1	7,46	40
2	0,466	2	7,47	40
2	0,466	3	7,46	40
2	0,466	1	7,46	44
2	0,466	2	7,47	44
2	0,466	3	7,48	44
2	0,466	1	7,46	48
2	0,466	2	7,47	48
2	0,466	3	7,46	48
2	0,681	1	7,52	1
2	0,681	2	7,52	1
2	0,681	3	7,53	1
2	0,681	1	7,52	2
2	0,681	2	7,52	2
2	0,681	3	7,53	2
2	0,681	1	7,52	3
2	0,681	2	7,51	3
2	0,681	3	7,53	3
2	0,681	1	7,52	4
2	0,681	2	7,52	4
2	0,681	3	7,53	4
2	0,681	1	7,52	5
2	0,681	2	7,51	5
2	0,681	3	7,53	5
2	0,681	1	7,52	6
2	0,681	2	7,52	6

2	0,681	3	7,53	6
2	0,896	1	7,59	1
2	0,896	2	7,58	1
2	0,896	3	7,58	1
2	0,896	1	7,59	2
2	0,896	2	7,58	2
2	0,896	3	7,58	2
2	0,896	1	7,59	3
2	0,896	2	7,58	3
2	0,896	3	7,57	3
2	0,896	1	7,59	4
2	0,896	2	7,58	4
2	0,896	3	7,58	4
2	0,896	1	7,59	5
2	0,896	2	7,58	5

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
2	0,896	3	7,57	5
2	0,896	1	7,59	6
2	0,896	2	7,58	6
2	0,896	3	7,58	6
2	1,111	1	7,65	1
2	1,111	2	7,64	1
2	1,111	3	7,64	1
2	1,111	1	7,65	2
2	1,111	2	7,64	2
2	1,111	3	7,64	2
2	1,111	1	7,65	3
2	1,111	2	7,64	3
2	1,111	3	7,64	3
2	1,111	1	7,65	4
2	1,111	2	7,64	4
2	1,111	3	7,64	4
2	1,111	1	7,65	5
2	1,111	2	7,64	5
2	1,111	3	7,64	5
2	1,111	1	7,65	6
2	1,111	2	7,64	6
2	1,111	3	7,64	6
3	0,000	1	7,27	7
3	0,000	2	7,26	1
3	0,000	3	7,26	1

3	0,000	1	7,27	2
3	0,000	2	7,26	2
3	0,000	3	7,26	2
3	0,000	1	7,27	3
3	0,000	2	7,25	3
3	0,000	3	7,26	3
3	0,000	1	7,27	4
3	0,000	2	7,26	4
3	0,000	3	7,26	4
3	0,000	1	7,27	5
3	0,000	2	7,25	5
3	0,000	3	7,26	5
3	0,000	1	7,27	6
3	0,000	2	7,26	6
3	0,000	3	7,26	6
3	0,000	1	7,27	7
3	0,000	2	7,25	7
3	0,000	3	7,26	7

Continuación Anexo. G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
3	0,000	1	7,27	8
3	0,000	2	7,26	8
3	0,000	3	7,26	8
3	0,000	1	7,27	9
3	0,000	2	7,26	9
3	0,000	3	7,26	9
3	0,000	1	7,27	10
3	0,000	2	7,26	10
3	0,000	3	7,26	10
3	0,000	1	7,27	11
3	0,000	2	7,25	11
3	0,000	3	7,26	11
3	0,000	1	7,27	12
3	0,000	2	7,26	12
3	0,000	3	7,26	12
3	0,000	1	7,27	14
3	0,000	2	7,26	14
3	0,000	3	7,26	14
3	0,000	1	7,27	16
3	0,000	2	7,26	16
3	0,000	3	7,26	16

3	0,000	1	7,27	18
3	0,000	2	7,25	18
3	0,000	3	7,26	18
3	0,000	1	7,27	20
3	0,000	2	7,26	20
3	0,000	3	7,26	20
3	0,000	1	7,27	22
3	0,000	2	7,25	22
3	0,000	3	7,26	22
3	0,000	1	7,26	24
3	0,000	2	7,27	24
3	0,000	3	7,26	24
3	0,000	1	7,27	27
3	0,000	2	7,26	27
3	0,000	3	7,26	27
3	0,000	1	7,27	30
3	0,000	2	7,25	30
3	0,000	3	7,26	30
3	0,000	1	7,27	33
3	0,000	2	7,26	33
3	0,000	3	7,26	33
3	0,000	1	7,27	36
3	0,000	2	7,26	36

Continuación Anexo G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
3	0,000	3	7,26	36
3	0,000	1	7,27	40
3	0,000	2	7,26	40
3	0,000	3	7,26	40
3	0,000	1	7,27	44
3	0,000	2	7,25	44
3	0,000	3	7,26	44
3	0,000	1	7,27	48
3	0,000	2	7,26	48
3	0,000	3	7,26	48
3	0,036	1	7,34	1
3	0,036	2	7,33	1
3	0,036	3	7,33	1
3	0,036	1	7,34	2
3	0,036	2	7,33	2
3	0,036	3	7,33	2
3	0,036	1	7,34	3
3	0,036	2	7,33	3

3	0,036	3	7,32	3
3	0,036	1	7,34	4
3	0,036	2	7,33	4
3	0,036	3	7,33	4
3	0,036	1	7,34	5
3	0,036	2	7,33	5
3	0,036	3	7,32	5
3	0,036	1	7,34	6
3	0,036	2	7,33	6
3	0,036	3	7,33	6
3	0,036	1	7,34	7
3	0,036	2	7,33	7
3	0,036	3	7,32	7
3	0,036	1	7,34	8
3	0,036	2	7,33	8
3	0,036	3	7,33	8
3	0,036	1	7,34	9
3	0,036	2	7,33	9
3	0,036	3	7,33	9
3	0,036	1	7,34	10
3	0,036	2	7,33	10
3	0,036	3	7,33	10
3	0,036	1	7,34	11
3	0,036	2	7,33	11
3	0,036	3	7,32	11

Continuación Anexo G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
3	0,036	1	7,34	12
3	0,036	2	7,33	12
3	0,036	3	7,33	12
3	0,036	1	7,34	14
3	0,036	2	7,33	14
3	0,036	3	7,33	14
3	0,036	1	7,34	16
3	0,036	2	7,33	16
3	0,036	3	7,33	16
3	0,036	1	7,34	18
3	0,036	2	7,33	18
3	0,036	3	7,32	18
3	0,036	1	7,34	20
3	0,036	2	7,33	20

3	0,036	3	7,33	20
3	0,036	1	7,34	22
3	0,036	2	7,33	22
3	0,036	3	7,32	22
3	0,036	1	7,34	24
3	0,036	2	7,33	24
3	0,036	3	7,33	24
3	0,036	1	7,34	27
3	0,036	2	7,33	27
3	0,036	3	7,33	27
3	0,036	1	7,34	30
3	0,036	2	7,33	30
3	0,036	3	7,32	30
3	0,036	1	7,34	33
3	0,036	2	7,33	33
3	0,036	3	7,33	33
3	0,036	1	7,34	36
3	0,036	2	7,33	36
3	0,036	3	7,33	36
3	0,036	1	7,34	40
3	0,036	2	7,33	40
3	0,036	3	7,33	40
3	0,036	1	7,34	44
3	0,036	2	7,33	44
3	0,036	3	7,32	44
3	0,036	1	7,34	48
3	0,036	2	7,33	48
3	0,036	3	7,33	48
3	0,251	1	7,39	1
3	0,251	2	7,39	1

Continuación Anexo G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
3	0,251	3	7,40	1
3	0,251	1	7,39	2
3	0,251	2	7,39	2
3	0,251	3	7,40	2
3	0,251	1	7,38	3
3	0,251	2	7,39	3
3	0,251	3	7,40	3
3	0,251	1	7,39	4
3	0,251	2	7,39	4
3	0,251	3	7,40	4
3	0,251	1	7,39	5
3	0,251	2	7,38	5

3	0,251	3	7,40	5
3	0,251	1	7,39	6
3	0,251	2	7,39	6
3	0,251	3	7,40	6
3	0,251	1	7,39	7
3	0,251	2	7,38	7
3	0,251	3	7,40	7
3	0,251	1	7,39	8
3	0,251	2	7,39	8
3	0,251	3	7,40	8
3	0,251	1	7,39	9
3	0,251	2	7,39	9
3	0,251	3	7,40	9
3	0,251	1	7,39	10
3	0,251	2	7,39	10
3	0,251	3	7,40	10
3	0,251	1	7,39	11
3	0,251	2	7,38	11
3	0,251	3	7,40	11
3	0,251	1	7,39	12
3	0,251	2	7,39	12
3	0,251	3	7,40	12
3	0,251	1	7,39	14
3	0,251	2	7,39	14
3	0,251	3	7,40	14
3	0,251	1	7,39	16
3	0,251	2	7,39	16
3	0,251	3	7,40	16
3	0,251	1	7,39	18
3	0,251	2	7,38	18

Continuación Anexo G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
3	0,251	3	7,40	18
3	0,251	1	7,39	20
3	0,251	2	7,39	20
3	0,251	3	7,40	20
3	0,251	1	7,39	22
3	0,251	2	7,38	22
3	0,251	3	7,40	22
3	0,251	1	7,39	24

3	0,251	2	7,39	24
3	0,251	3	7,40	24
3	0,251	1	7,39	27
3	0,251	2	7,39	27
3	0,251	3	7,40	27
3	0,251	1	7,39	30
3	0,251	2	7,38	30
3	0,251	3	7,40	30
3	0,251	1	7,39	33
3	0,251	2	7,39	33
3	0,251	3	7,40	33
3	0,251	1	7,39	36
3	0,251	2	7,39	36
3	0,251	3	7,40	36
3	0,251	1	7,39	40
3	0,251	2	7,39	40
3	0,251	3	7,40	40
3	0,251	1	7,39	44
3	0,251	2	7,38	44
3	0,251	3	7,40	44
3	0,251	1	7,39	48
3	0,251	2	7,39	48
3	0,251	3	7,40	48
3	0,466	1	7,46	1
3	0,466	2	7,46	1
3	0,466	3	7,47	1
3	0,466	1	7,46	2
3	0,466	2	7,46	2
3	0,466	3	7,47	2
3	0,466	1	7,48	3
3	0,466	2	7,46	3
3	0,466	3	7,47	3
3	0,466	1	7,46	4
3	0,466	2	7,46	4
3	0,466	3	7,47	4

Continuación Anexo G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
3	0,466	1	7,48	5
3	0,466	2	7,46	5
3	0,466	3	7,47	5
3	0,466	1	7,46	6
3	0,466	2	7,46	6
3	0,466	3	7,47	6

3	0,466	1	7,48	7
3	0,466	2	7,46	7
3	0,466	3	7,47	7
3	0,466	1	7,46	8
3	0,466	2	7,46	8
3	0,466	3	7,47	8
3	0,466	1	7,46	9
3	0,466	2	7,46	9
3	0,466	3	7,47	9
3	0,466	1	7,46	10
3	0,466	2	7,46	10
3	0,466	3	7,47	10
3	0,466	1	7,48	11
3	0,466	2	7,46	11
3	0,466	3	7,47	11
3	0,466	1	7,46	12
3	0,466	2	7,46	12
3	0,466	3	7,47	12
3	0,466	1	7,46	14
3	0,466	2	7,46	14
3	0,466	3	7,47	14
3	0,466	1	7,46	16
3	0,466	2	7,46	16
3	0,466	3	7,47	16
3	0,466	1	7,48	18
3	0,466	2	7,46	18
3	0,466	3	7,47	18
3	0,466	1	7,46	20
3	0,466	2	7,46	20
3	0,466	3	7,47	20
3	0,466	1	7,48	22
3	0,466	2	7,46	22
3	0,466	3	7,47	22
3	0,466	1	7,46	24
3	0,466	2	7,46	24
3	0,466	3	7,47	24
3	0,466	1	7,46	27

Continuación Anexo G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
3	0,466	2	7,46	27
3	0,466	3	7,47	27

3	0,466	1	7,48	30
3	0,466	2	7,46	30
3	0,466	3	7,47	30
3	0,466	1	7,46	33
3	0,466	2	7,46	33
3	0,466	3	7,47	33
3	0,466	1	7,46	36
3	0,466	2	7,46	36
3	0,466	3	7,47	36
3	0,466	1	7,46	40
3	0,466	2	7,46	40
3	0,466	3	7,47	40
3	0,466	1	7,48	44
3	0,466	2	7,46	44
3	0,466	3	7,47	44
3	0,466	1	7,46	48
3	0,466	2	7,46	48
3	0,466	3	7,47	48
3	0,681	1	7,52	1
3	0,681	2	7,53	1
3	0,681	3	7,52	1
3	0,681	1	7,52	2
3	0,681	2	7,53	2
3	0,681	3	7,52	2
3	0,681	1	7,52	3
3	0,681	2	7,53	3
3	0,681	3	7,51	3
3	0,681	1	7,52	4
3	0,681	2	7,53	4
3	0,681	3	7,52	4
3	0,681	1	7,52	5
3	0,681	2	7,53	5
3	0,681	3	7,51	5
3	0,681	1	7,52	6
3	0,681	2	7,53	6
3	0,681	3	7,52	6
3	0,896	1	7,58	1
3	0,896	2	7,59	1
3	0,896	3	7,58	1
3	0,896	1	7,58	2
3	0,896	2	7,59	2

Continuación Anexo G.

Experimento	Dosis	Réplica	pH	Hora Experimental
-------------	-------	---------	----	-------------------

3	0,896	3	7,58	2
3	0,896	1	7,58	3
3	0,896	2	7,59	3
3	0,896	3	7,57	3
3	0,896	1	7,58	4
3	0,896	2	7,59	4
3	0,896	3	7,58	4
3	0,896	1	7,58	5
3	0,896	2	7,59	5
3	0,896	3	7,57	5
3	0,896	1	7,58	6
3	0,896	2	7,59	6
3	0,896	3	7,58	6
3	1,111	1	7,65	1
3	1,111	2	7,64	1
3	1,111	3	7,64	1
3	1,111	1	7,65	2
3	1,111	2	7,64	2
3	1,111	3	7,64	2
3	1,111	1	7,65	3
3	1,111	2	7,64	3
3	1,111	3	7,64	3
3	1,111	1	7,65	4
3	1,111	2	7,64	4
3	1,111	3	7,64	4
3	1,111	1	7,65	5
3	1,111	2	7,64	5
3	1,111	3	7,64	5
3	1,111	1	7,65	6
3	1,111	2	7,64	6
3	1,111	3	7,64	6

Anexo.H. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable pH, en Unidades.

Concentración	Réplica	Hora	pH			Promedio	D.S	E. S	CV%
0,000	1	1	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	1	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	1	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00167	0,0229
0,000	1	2	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	2	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	2	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	3	7,25	7,26	7,27				
0,000	2	3	7,27	7,25	7,25				
0,000	3	3	7,26	7,27	7,26	7,2600	0,0086	0,00306	0,0421
0,000	1	4	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	4	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	4	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	5	7,25	7,26	7,27				
0,000	2	5	7,27	7,25	7,25				
0,000	3	5	7,26	7,27	7,26	7,2600	0,0086	0,00306	0,0421
0,000	1	6	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	6	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	6	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	7	7,25	7,26	7,27				
0,000	2	7	7,27	7,25	7,25				
0,000	3	7	7,26	7,27	7,26	7,2600	0,0086	0,00306	0,0421
0,000	1	8	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	8	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	8	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	9	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	9	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	9	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	10	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	10	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	10	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	11	7,25	7,26	7,27				
0,000	2	11	7,27	7,25	7,25				
0,000	3	11	7,26	7,27	7,26	7,2600	0,0086	0,00306	0,0421
0,000	1	12	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	12	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	12	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	14	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	14	7,27	7,26	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243

0,000	3	14	7,26	7,27	7,26
-------	---	----	------	------	------

Contaminación Anexo H.

Concentración	Réplica	Hora	pH			Promedio	D.S	E. S	C.V%
0,000	1	16	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	16	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	16	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	18	7,25	7,26	7,27				
0,000	2	18	7,27	7,25	7,25				
0,000	3	18	7,26	7,27	7,26	7,2600	0,0086	0,00306	0,0421
0,000	1	20	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	20	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	20	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	22	7,25	7,26	7,27				
0,000	2	22	7,27	7,25	7,25				
0,000	3	22	7,26	7,27	7,26	7,2600	0,0086	0,00306	0,0421
0,000	1	24	7,26	7,26	7,26				
0,000	2	24	7,27	7,26	7,27				
0,000	3	24	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	27	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	27	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	27	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	30	7,25	7,26	7,27				
0,000	2	30	7,27	7,25	7,25				
0,000	3	30	7,26	7,27	7,26	7,2600	0,0086	0,00306	0,0421
0,000	1	33	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	33	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	33	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	36	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	36	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	36	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	40	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	40	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	40	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,000	1	44	7,25	7,26	7,27				
0,000	2	44	7,27	7,25	7,25				
0,000	3	44	7,26	7,27	7,26	7,2600	0,0086	0,00306	0,0421
0,000	1	48	7,26	7,26	7,27				
0,000	2	48	7,27	7,26	7,26				
0,000	3	48	7,26	7,27	7,26	7,2633	0,0050	0,00177	0,0243
0,036	1	1	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	1	7,33	7,33	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241

0,036	3	1	7,34	7,34	7,33				
0,036	1	2	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	2	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	2	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241

Contaminación Anexo H.

Concentración	Réplica	Hora	pH			Promedio	D.S	E. S	C.V%
0,036	1	3	7,33	7,32	7,34				
0,036	2	3	7,32	7,33	7,33				
0,036	3	3	7,34	7,34	7,32	7,3300	0,0086	0,00306	0,0417
0,036	1	4	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	4	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	4	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	5	7,33	7,32	7,34				
0,036	2	5	7,32	7,33	7,33				
0,036	3	5	7,34	7,34	7,32	7,3300	0,0086	0,00306	0,0417
0,036	1	6	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	6	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	6	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	7	7,33	7,32	7,34				
0,036	2	7	7,32	7,33	7,33				
0,036	3	7	7,34	7,34	7,32	7,3300	0,0086	0,00306	0,0417
0,036	1	8	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	8	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	8	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	9	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	9	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	9	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	10	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	10	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	10	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	11	7,33	7,32	7,34				
0,036	2	11	7,32	7,33	7,33				
0,036	3	11	7,34	7,34	7,32	7,3300	0,0086	0,00306	0,0417
0,036	1	12	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	12	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	12	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	14	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	14	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	14	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	16	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	16	7,33	7,33	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241

0,036	3	16	7,34	7,34	7,33				
0,036	1	18	7,33	7,32	7,34				
0,036	2	18	7,32	7,33	7,33				
0,036	3	18	7,34	7,34	7,32	7,3300	0,0086	0,00306	0,0417
0,036	1	20	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	20	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	20	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241

Continuación Anexo. H.

Concentración	Réplica	Hora	pH			Promedio	D.S	E. S	C.V%
0,036	1	22	7,33	7,32	7,34				
0,036	2	22	7,32	7,33	7,33				
0,036	3	22	7,34	7,34	7,32	7,3300	0,0086	0,00306	0,0417
0,036	1	24	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	24	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	24	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	27	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	27	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	27	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	30	7,33	7,32	7,34				
0,036	2	30	7,32	7,33	7,33				
0,036	3	30	7,34	7,34	7,32	7,3300	0,0086	0,00306	0,0417
0,036	1	33	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	33	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	33	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	36	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	36	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	36	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	40	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	40	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	40	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,036	1	44	7,33	7,32	7,34				
0,036	2	44	7,32	7,33	7,33				
0,036	3	44	7,34	7,34	7,32	7,3300	0,0086	0,00306	0,0417
0,036	1	48	7,33	7,33	7,34				
0,036	2	48	7,33	7,33	7,33				
0,036	3	48	7,34	7,34	7,33	7,3333	0,0050	0,00177	0,0241
0,251	1	1	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	1	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	1	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	2	7,39	7,39	7,39	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239

0,251	2	2	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	2	7,39	7,39	7,40				
0,251	1	3	7,39	7,38	7,38				
0,251	2	3	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	3	7,38	7,39	7,40	7,3900	0,0086	0,00306	0,0414
0,251	1	4	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	4	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	4	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	5	7,39	7,38	7,39				
0,251	2	5	7,40	7,40	7,38				
0,251	3	5	7,38	7,39	7,40	7,3900	0,0086	0,00306	0,0414

Continuación Anexo. H.

Concentración	Réplica	Hora	pH			Promedio	D.S	E. S	C.V%
0,251	1	6	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	6	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	6	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	7	7,39	7,38	7,39				
0,251	2	7	7,40	7,40	7,38				
0,251	3	7	7,38	7,39	7,40	7,3900	0,0086	0,00306	0,0414
0,251	1	8	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	8	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	8	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	9	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	9	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	9	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	10	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	10	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	10	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	11	7,39	7,38	7,39				
0,251	2	11	7,40	7,40	7,38				
0,251	3	11	7,38	7,39	7,40	7,3900	0,0086	0,00306	0,0414
0,251	1	12	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	12	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	12	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	14	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	14	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	14	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	16	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	16	7,40	7,40	7,39	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239

0,251	3	16	7,39	7,39	7,40				
0,251	1	18	7,39	7,38	7,39				
0,251	2	18	7,40	7,40	7,38				
0,251	3	18	7,38	7,39	7,40	7,3900	0,0086	0,00306	0,0414
0,251	1	20	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	20	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	20	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	22	7,39	7,38	7,39				
0,251	2	22	7,40	7,40	7,38				
0,251	3	22	7,38	7,39	7,40	7,3900	0,0086	0,00306	0,0414
0,251	1	24	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	24	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	24	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	27	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	27	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	27	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239

Continuación Anexo. H.

Concentración	Réplica	Hora	pH			Promedio	D.S	E. S	C.V%
0,251	1	30	7,39	7,38	7,39				
0,251	2	30	7,40	7,40	7,38				
0,251	3	30	7,38	7,39	7,40	7,3900	0,0086	0,00306	0,0414
0,251	1	33	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	33	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	33	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	36	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	36	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	36	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	40	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	40	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	40	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,251	1	44	7,39	7,38	7,39				
0,251	2	44	7,40	7,40	7,38				
0,251	3	44	7,38	7,39	7,40	7,3900	0,0086	0,00306	0,0414
0,251	1	48	7,39	7,39	7,39				
0,251	2	48	7,40	7,40	7,39				
0,251	3	48	7,39	7,39	7,40	7,3933	0,0050	0,00177	0,0239
0,466	1	1	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	1	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	1	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	2	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	2	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	2	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	3	7,47	7,46	7,48	7,4700	0,0086	0,00306	0,0409

0,466	2	3	7,48	7,47	7,46				
0,466	3	3	7,46	7,48	7,47				
0,466	1	4	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	4	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	4	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	5	7,47	7,46	7,48				
0,466	2	5	7,48	7,47	7,46				
0,466	3	5	7,46	7,48	7,47	7,4700	0,0086	0,00306	0,0409
0,466	1	6	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	6	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	6	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	7	7,47	7,46	7,48				
0,466	2	7	7,48	7,47	7,46				
0,466	3	7	7,46	7,48	7,47	7,4700	0,0086	0,00306	0,0409
0,466	1	8	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	8	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	8	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236

Continuación Anexo. H.

Concentración	Réplica	Hora	pH			Promedio	D.S	E. S	C.V%
0,466	1	9	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	9	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	9	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	10	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	10	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	10	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	11	7,47	7,46	7,48				
0,466	2	11	7,48	7,47	7,46				
0,466	3	11	7,46	7,48	7,47	7,4700	0,0086	0,00306	0,0409
0,466	1	12	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	12	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	12	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	14	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	14	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	14	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	16	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	16	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	16	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	18	7,47	7,46	7,48				
0,466	2	18	7,48	7,47	7,46				
0,466	3	18	7,46	7,48	7,47	7,4700	0,0086	0,00306	0,0409

0,466	1	20	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	20	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	20	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	22	7,47	7,46	7,48				
0,466	2	22	7,48	7,47	7,46				
0,466	3	22	7,46	7,48	7,47	7,4700	0,0086	0,00306	0,0409
0,466	1	24	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	24	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	24	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	27	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	27	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	27	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	30	7,47	7,46	7,48				
0,466	2	30	7,48	7,47	7,46				
0,466	3	30	7,46	7,48	7,47	7,4700	0,0086	0,00306	0,0409
0,466	1	33	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	33	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	33	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	36	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	36	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	36	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236

Continuación Anexo. H.

Concentración	Réplica	Hora	pH			Promedio	D.S	E. S	C.V%
0,466	1	40	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	40	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	40	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,466	1	44	7,47	7,46	7,48				
0,466	2	44	7,48	7,47	7,46				
0,466	3	44	7,46	7,48	7,47	7,4700	0,0086	0,00306	0,0409
0,466	1	48	7,47	7,46	7,46				
0,466	2	48	7,46	7,47	7,46				
0,466	3	48	7,46	7,46	7,47	7,4633	0,0050	0,00177	0,0236
0,681	1	1	7,52	7,52	7,52				
0,681	2	1	7,53	7,52	7,53				
0,681	3	1	7,52	7,53	7,52	7,5233	0,0050	0,00177	0,0235
0,681	1	2	7,52	7,52	7,52				
0,681	2	2	7,53	7,52	7,53				
0,681	3	2	7,52	7,53	7,52	7,5233	0,0050	0,00177	0,0235
0,681	1	3	7,51	7,52	7,52				
0,681	2	3	7,53	7,51	7,53	7,5200	0,0086	0,00306	0,0407

0,681	3	3	7,52	7,53	7,51				
0,681	1	4	7,52	7,52	7,52				
0,681	2	4	7,53	7,52	7,53				
0,681	3	4	7,52	7,53	7,52	7,5233	0,0050	0,00177	0,0235
0,681	1	5	7,51	7,52	7,52				
0,681	2	5	7,53	7,51	7,53				
0,681	3	5	7,52	7,53	7,51	7,5200	0,0086	0,00306	0,0407
0,681	1	6	7,52	7,52	7,52				
0,681	2	6	7,53	7,52	7,53				
0,681	3	6	7,52	7,53	7,52	7,5233	0,0050	0,00177	0,0235
0,896	1	1	7,58	7,59	7,58				
0,896	2	1	7,58	7,58	7,59				
0,896	3	1	7,59	7,58	7,58	7,5833	0,0050	0,00177	0,0233
0,896	1	2	7,58	7,59	7,58				
0,896	2	2	7,58	7,58	7,59				
0,896	3	2	7,59	7,58	7,58	7,5833	0,0050	0,00177	0,0233
0,896	1	3	7,57	7,59	7,58				
0,896	2	3	7,58	7,58	7,59				
0,896	3	3	7,59	7,57	7,57	7,5800	0,0086	0,00306	0,0403
0,896	1	4	7,58	7,59	7,58				
0,896	2	4	7,58	7,58	7,59				
0,896	3	4	7,59	7,58	7,58	7,5833	0,0050	0,00177	0,0233
0,896	1	5	7,57	7,59	7,58				
0,896	2	5	7,58	7,58	7,59				
0,896	3	5	7,59	7,57	7,57	7,5800	0,0086	0,00306	0,0403

Continuación Anexo. H.

Concentración	Réplica	Hora	pH			Promedio	D.S	E. S	C.V
0,896	1	6	7,58	7,59	7,58				
0,896	2	6	7,58	7,58	7,59				
0,896	3	6	7,59	7,58	7,58	7,5833	0,0050	0,00177	0,0233
1,111	1	1	7,64	7,65	7,65				
1,111	2	1	7,64	7,64	7,64				
1,111	3	1	7,65	7,64	7,64	7,6433	0,0050	0,00177	0,0231
1,111	1	2	7,64	7,65	7,65				
1,111	2	2	7,64	7,64	7,64				
1,111	3	2	7,65	7,64	7,64	7,6433	0,0050	0,00177	0,0231
1,111	1	3	7,64	7,65	7,65				
1,111	2	3	7,66	7,64	7,64				
1,111	3	3	7,65	7,66	7,66	7,6500	0,0086	0,00306	0,0400
1,111	1	4	7,64	7,65	7,65				
1,111	2	4	7,64	7,64	7,64	7,6433	0,0050	0,00177	0,0231

1,111	3	4	7,65	7,64	7,64				
1,111	1	5	7,64	7,65	7,65				
1,111	2	5	7,66	7,64	7,64				
1,111	3	5	7,65	7,66	7,66	7,6500	0,0086	0,00306	0,0400
1,111	1	6	7,64	7,65	7,65				
1,111	2	6	7,64	7,64	7,64				
1,111	3	6	7,65	7,64	7,64	7,6433	0,0050	0,00177	0,0231

Anexo I. Datos de la variable Temperatura

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
1	0,000	1	23,50	1
1	0,000	2	23,20	1
1	0,000	3	23,00	1
1	0,000	1	23,40	2
1	0,000	2	23,20	2
1	0,000	3	23,00	2
1	0,000	1	23,20	3
1	0,000	2	23,20	3
1	0,000	3	22,80	3
1	0,000	1	23,10	4
1	0,000	2	23,10	4

1	0,000	3	22,70	4
1	0,000	1	23,00	5
1	0,000	2	23,10	5
1	0,000	3	22,60	5
1	0,000	1	22,90	6
1	0,000	2	23,00	6
1	0,000	3	22,60	6
1	0,000	1	22,80	7
1	0,000	2	22,90	7
1	0,000	3	22,50	7
1	0,000	1	22,80	8
1	0,000	2	22,70	8
1	0,000	3	22,40	8
1	0,000	1	22,80	9
1	0,000	2	22,40	9
1	0,000	3	22,20	9
1	0,000	1	22,70	10
1	0,000	2	22,20	10
1	0,000	3	22,30	10
1	0,000	1	22,70	11
1	0,000	2	22,20	11
1	0,000	3	22,20	11
1	0,000	1	22,60	12
1	0,000	2	22,10	12
1	0,000	3	22,30	12
1	0,000	1	22,40	14
1	0,000	2	22,30	14
1	0,000	3	22,50	14
1	0,000	1	22,30	16
1	0,000	2	22,30	16
1	0,000	3	22,40	16

Continuación Anexo. I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
1	0,000	1	22,30	18
1	0,000	2	22,30	18
1	0,000	3	22,40	18
1	0,000	1	22,30	20
1	0,000	2	22,50	20
1	0,000	3	22,30	20
1	0,000	1	22,30	22
1	0,000	2	22,40	22

1	0,000	3	22,50	22
1	0,000	1	22,80	24
1	0,000	2	22,90	24
1	0,000	3	22,50	24
1	0,000	1	22,90	27
1	0,000	2	23,20	27
1	0,000	3	22,70	27
1	0,000	1	23,20	30
1	0,000	2	23,00	30
1	0,000	3	23,50	30
1	0,000	1	23,50	33
1	0,000	2	22,80	33
1	0,000	3	22,70	33
1	0,000	1	22,70	36
1	0,000	2	22,60	36
1	0,000	3	22,70	36
1	0,000	1	22,80	40
1	0,000	2	22,30	40
1	0,000	3	23,60	40
1	0,000	1	22,60	44
1	0,000	2	22,10	44
1	0,000	3	22,40	44
1	0,000	1	22,50	48
1	0,000	2	22,30	48
1	0,000	3	22,30	48
1	0,036	1	23,30	1
1	0,036	2	23,40	1
1	0,036	3	23,40	1
1	0,036	1	23,20	2
1	0,036	2	23,30	2
1	0,036	3	23,20	2
1	0,036	1	23,10	3
1	0,036	2	23,20	3
1	0,036	3	23,20	3
1	0,036	1	23,00	4

Continuación Anexo. I

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
1	0,036	2	23,20	4
1	0,036	3	23,10	4
1	0,036	1	23,00	5
1	0,036	2	23,10	5

1	0,036	3	23,10	5
1	0,036	1	22,80	6
1	0,036	2	23,00	6
1	0,036	3	23,00	6
1	0,036	1	22,70	7
1	0,036	2	23,00	7
1	0,036	3	22,90	7
1	0,036	1	22,60	8
1	0,036	2	22,90	8
1	0,036	3	22,80	8
1	0,036	1	22,50	9
1	0,036	2	22,80	9
1	0,036	3	22,60	9
1	0,036	1	22,20	10
1	0,036	2	22,70	10
1	0,036	3	22,50	10
1	0,036	1	22,10	11
1	0,036	2	22,60	11
1	0,036	3	22,40	11
1	0,036	1	22,40	12
1	0,036	2	22,50	12
1	0,036	3	22,30	12
1	0,036	1	22,50	14
1	0,036	2	22,50	14
1	0,036	3	22,20	14
1	0,036	1	22,60	16
1	0,036	2	22,30	16
1	0,036	3	22,30	16
1	0,036	1	22,50	18
1	0,036	2	22,40	18
1	0,036	3	22,30	18
1	0,036	1	22,30	20
1	0,036	2	22,40	20
1	0,036	3	22,80	20
1	0,036	1	22,60	22
1	0,036	2	22,30	22
1	0,036	3	22,40	22
1	0,036	1	22,70	24

Continuación Anexo. I

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
1	0,036	2	22,90	24

1	0,036	3	22,50	24
1	0,036	1	23,40	27
1	0,036	2	23,50	27
1	0,036	3	23,30	27
1	0,036	1	23,20	30
1	0,036	2	23,30	30
1	0,036	3	23,00	30
1	0,036	1	22,90	33
1	0,036	2	22,70	33
1	0,036	3	22,60	33
1	0,036	1	22,20	36
1	0,036	2	22,10	36
1	0,036	3	22,30	36
1	0,036	1	22,50	40
1	0,036	2	23,00	40
1	0,036	3	22,60	40
1	0,036	1	22,80	44
1	0,036	2	22,80	44
1	0,036	3	22,70	44
1	0,036	1	22,60	48
1	0,036	2	22,30	48
1	0,036	3	22,40	48
1	0,251	1	23,50	1
1	0,251	2	23,20	1
1	0,251	3	23,50	1
1	0,251	1	23,40	2
1	0,251	2	23,10	2
1	0,251	3	23,40	2
1	0,251	1	23,40	3
1	0,251	2	23,10	3
1	0,251	3	23,20	3
1	0,251	1	23,30	4
1	0,251	2	23,00	4
1	0,251	3	23,20	4
1	0,251	1	23,30	5
1	0,251	2	22,90	5
1	0,251	3	23,10	5
1	0,251	1	23,20	6
1	0,251	2	22,80	6
1	0,251	3	23,00	6
1	0,251	1	23,20	7
1	0,251	2	22,80	7

Continuación Anexo. I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
1	0,251	3	22,80	7
1	0,251	1	22,80	8
1	0,251	2	22,70	8
1	0,251	3	22,70	8
1	0,251	1	22,70	9
1	0,251	2	22,60	9
1	0,251	3	22,60	9
1	0,251	1	22,60	10
1	0,251	2	22,50	10
1	0,251	3	22,50	10
1	0,251	1	22,90	11
1	0,251	2	22,47	11
1	0,251	3	22,40	11
1	0,251	1	22,80	12
1	0,251	2	22,50	12
1	0,251	3	22,40	12
1	0,251	1	22,50	14
1	0,251	2	22,20	14
1	0,251	3	22,40	14
1	0,251	1	22,30	16
1	0,251	2	22,30	16
1	0,251	3	22,40	16
1	0,251	1	22,50	18
1	0,251	2	22,40	18
1	0,251	3	22,60	18
1	0,251	1	22,30	20
1	0,251	2	22,30	20
1	0,251	3	22,40	20
1	0,251	1	22,30	22
1	0,251	2	22,20	22
1	0,251	3	22,20	22
1	0,251	1	22,50	24
1	0,251	2	22,30	24
1	0,251	3	22,60	24
1	0,251	1	22,70	27
1	0,251	2	22,40	27
1	0,251	3	22,80	27
1	0,251	1	22,80	30
1	0,251	2	22,90	30
1	0,251	3	23,00	30
1	0,251	1	23,10	33
1	0,251	2	23,00	33
1	0,251	3	23,20	33

Continuación Anexo. I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
1	0,251	1	22,80	36
1	0,251	2	22,70	36
1	0,251	3	22,90	36
1	0,251	1	22,50	40
1	0,251	2	22,40	40
1	0,251	3	22,30	40
1	0,251	1	22,30	44
1	0,251	2	22,40	44
1	0,251	3	22,30	44
1	0,251	1	22,40	48
1	0,251	2	22,40	48
1	0,251	3	22,40	48
1	0,466	1	23,20	1
1	0,466	2	23,40	1
1	0,466	3	23,50	1
1	0,466	1	23,10	2
1	0,466	2	23,30	2
1	0,466	3	23,40	2
1	0,466	1	23,10	3
1	0,466	2	23,30	3
1	0,466	3	23,30	3
1	0,466	1	23,00	4
1	0,466	2	23,20	4
1	0,466	3	23,20	4
1	0,466	1	23,00	5
1	0,466	2	23,10	5
1	0,466	3	23,20	5
1	0,466	1	22,90	6
1	0,466	2	23,00	6
1	0,466	3	22,90	6
1	0,466	1	22,90	7
1	0,466	2	22,80	7
1	0,466	3	22,80	7
1	0,466	1	22,70	8
1	0,466	2	22,80	8
1	0,466	3	22,80	8
1	0,466	1	22,60	9
1	0,466	2	22,70	9
1	0,466	3	22,70	9

1	0,466	1	22,40	10
1	0,466	2	22,50	10
1	0,466	3	22,70	10
1	0,466	1	22,60	11

Continuación Anexo. I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
1	0,466	2	22,50	11
1	0,466	3	22,60	11
1	0,466	1	22,50	12
1	0,466	2	22,50	12
1	0,466	3	22,40	12
1	0,466	1	22,50	14
1	0,466	2	22,30	14
1	0,466	3	22,50	14
1	0,466	1	22,40	16
1	0,466	2	22,50	16
1	0,466	3	22,30	16
1	0,466	1	22,20	18
1	0,466	2	22,40	18
1	0,466	3	22,30	18
1	0,466	1	22,50	20
1	0,466	2	22,30	20
1	0,466	3	22,30	20
1	0,466	1	22,30	22
1	0,466	2	22,20	22
1	0,466	3	22,30	22
1	0,466	1	22,30	24
1	0,466	2	22,20	24
1	0,466	3	22,40	24
1	0,466	1	23,20	27
1	0,466	2	23,10	27
1	0,466	3	23,20	27
1	0,466	1	23,10	30
1	0,466	2	23,00	30
1	0,466	3	23,00	30
1	0,466	1	23,00	33
1	0,466	2	22,70	33
1	0,466	3	22,70	33
1	0,466	1	22,80	36
1	0,466	2	22,60	36
1	0,466	3	22,50	36
1	0,466	1	22,60	40

1	0,466	2	22,50	40
1	0,466	3	22,30	40
1	0,466	1	22,40	44
1	0,466	2	22,30	44
1	0,466	3	22,50	44
1	0,466	1	22,40	48
1	0,466	2	22,40	48

Continuación Anexo. I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
1	0,466	3	22,30	48
1	0,681	1	23,20	1
1	0,681	2	23,10	1
1	0,681	3	23,50	1
1	0,681	1	23,10	2
1	0,681	2	23,00	2
1	0,681	3	23,30	2
1	0,681	1	23,00	3
1	0,681	2	23,00	3
1	0,681	3	23,10	3
1	0,681	1	23,00	4
1	0,681	2	23,00	4
1	0,681	3	23,30	4
1	0,681	1	22,90	5
1	0,681	2	22,80	5
1	0,681	3	23,00	5
1	0,681	1	22,80	6
1	0,681	2	22,70	6
1	0,681	3	22,50	6
1	0,896	1	23,40	1
1	0,896	2	23,30	1
1	0,896	3	23,50	1
1	0,896	1	23,30	2
1	0,896	2	23,20	2
1	0,896	3	23,40	2
1	0,896	1	23,30	3
1	0,896	2	23,20	3
1	0,896	3	23,40	3
1	0,896	1	23,20	4
1	0,896	2	23,10	4
1	0,896	3	23,30	4
1	0,896	1	23,20	5
1	0,896	2	23,10	5

1	0,896	3	23,30	5
1	0,896	1	23,00	6
1	0,896	2	23,00	6
1	0,896	3	23,20	6
1	1,111	1	23,30	1
1	1,111	2	23,40	1
1	1,111	3	23,30	1
1	1,111	1	23,20	2
1	1,111	2	23,30	2
1	1,111	3	23,10	2

Continuación Anexo. I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
1	1,111	1	23,10	3
1	1,111	2	23,20	3
1	1,111	3	23,20	3
1	1,111	1	23,00	4
1	1,111	2	23,00	4
1	1,111	3	23,10	4
1	1,111	1	23,00	5
1	1,111	2	23,00	5
1	1,111	3	23,10	5
1	1,111	1	22,90	6
1	1,111	2	23,00	6
1	1,111	3	23,00	6
2	0,000	1	23,3	1
2	0,000	2	23,2	1
2	0,000	3	23,3	1
2	0,000	1	23,3	2
2	0,000	2	23,0	2
2	0,000	3	22,9	2
2	0,000	1	22,8	3
2	0,000	2	22,8	3
2	0,000	3	22,8	3
2	0,000	1	22,7	4
2	0,000	2	23,2	4
2	0,000	3	23,2	4
2	0,000	1	23,1	5
2	0,000	2	23,1	5
2	0,000	3	23,0	5
2	0,000	1	22,9	6
2	0,000	2	22,7	6
2	0,000	3	22,4	6
2	0,000	1	22,4	7

2	0,000	2	22,3	7
2	0,000	3	22,4	7
2	0,000	1	22,5	8
2	0,000	2	22,4	8
2	0,000	3	22,5	8
2	0,000	1	22,4	9
2	0,000	2	22,5	9
2	0,000	3	22,4	9
2	0,000	1	22,4	10
2	0,000	2	22,3	10
2	0,000	3	22,5	10
2	0,000	1	22,7	11

Continuación Anexo. I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
2	0,000	2	22,5	11
2	0,000	3	22,7	11
2	0,000	1	23,1	12
2	0,000	2	23,2	12
2	0,000	3	23,0	12
2	0,000	1	23,1	14
2	0,000	2	22,8	14
2	0,000	3	22,9	14
2	0,000	1	23,2	16
2	0,000	2	23,5	16
2	0,000	3	22,7	16
2	0,000	1	22,5	18
2	0,000	2	22,1	18
2	0,000	3	22,4	18
2	0,000	1	22,2	20
2	0,000	2	22,3	20
2	0,000	3	22,3	20
2	0,000	1	22,4	22
2	0,000	2	22,3	22
2	0,000	3	22,4	22
2	0,000	1	23,2	24
2	0,000	2	22,8	24
2	0,000	3	22,6	24
2	0,000	1	22,7	27
2	0,000	2	22,5	27
2	0,000	3	22,8	27
2	0,000	1	22,8	30
2	0,000	2	22,7	30

2	0,000	3	22,6	30
2	0,000	1	22,6	33
2	0,000	2	22,5	33
2	0,000	3	22,4	33
2	0,000	1	22,2	36
2	0,000	2	22,3	36
2	0,000	3	22,4	36
2	0,000	1	22,3	40
2	0,000	2	22,3	40
2	0,000	3	23,4	40
2	0,000	1	22,4	44
2	0,000	2	22,4	44
2	0,000	3	22,5	44
2	0,000	1	22,3	48
2	0,000	2	22,5	48
2	0,000	3	22,4	48

Continuación Anexo. I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
2	0,036	1	23,2	1
2	0,036	2	23,1	1
2	0,036	3	23,0	1
2	0,036	1	23,0	2
2	0,036	2	22,8	2
2	0,036	3	22,7	2
2	0,036	1	22,8	3
2	0,036	2	22,5	3
2	0,036	3	22,6	3
2	0,036	1	22,7	4
2	0,036	2	22,4	4
2	0,036	3	22,3	4
2	0,036	1	22,3	5
2	0,036	2	22,2	5
2	0,036	3	22,5	5
2	0,036	1	22,6	6
2	0,036	2	22,5	6
2	0,036	3	22,4	6
2	0,036	1	23,1	7
2	0,036	2	23,0	7
2	0,036	3	23,2	7
2	0,036	1	23,1	8
2	0,036	2	23,0	8
2	0,036	3	23,0	8
2	0,036	1	22,9	9

2	0,036	2	22,8	9
2	0,036	3	22,7	9
2	0,036	1	22,6	10
2	0,036	2	22,5	10
2	0,036	3	22,5	10
2	0,036	1	22,3	11
2	0,036	2	22,4	11
2	0,036	3	22,5	11
2	0,036	1	22,4	12
2	0,036	2	22,5	12
2	0,036	3	22,4	12
2	0,036	1	22,3	14
2	0,036	2	22,7	14
2	0,036	3	22,6	14
2	0,036	1	23,1	16
2	0,036	2	22,9	16
2	0,036	3	22,7	16
2	0,036	1	23,4	18

Continuación Anexo. I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
2	0,036	2	23,1	18
2	0,036	3	23,0	18
2	0,036	1	23,0	20
2	0,036	2	22,8	20
2	0,036	3	22,8	20
2	0,036	1	22,9	22
2	0,036	2	22,4	22
2	0,036	3	22,7	22
2	0,036	1	22,7	24
2	0,036	2	22,6	24
2	0,036	3	22,5	24
2	0,036	1	22,5	27
2	0,036	2	22,3	27
2	0,036	3	22,2	27
2	0,036	1	22,3	30
2	0,036	2	22,2	30
2	0,036	3	22,5	30
2	0,036	1	22,4	33
2	0,036	2	22,5	33
2	0,036	3	22,7	33
2	0,036	1	22,7	36

2	0,036	2	22,8	36
2	0,036	3	22,9	36
2	0,036	1	22,9	40
2	0,036	2	22,8	40
2	0,036	3	22,8	40
2	0,036	1	23,0	44
2	0,036	2	23,1	44
2	0,036	3	23,4	44
2	0,036	1	23,3	48
2	0,036	2	23,3	48
2	0,036	3	23,2	48
2	0,251	1	23,4	1
2	0,251	2	23,3	1
2	0,251	3	23,3	1
2	0,251	1	23,2	2
2	0,251	2	23,2	2
2	0,251	3	23,1	2
2	0,251	1	23,1	3
2	0,251	2	23,0	3
2	0,251	3	22,9	3
2	0,251	1	22,8	4
2	0,251	2	22,7	4

Continuación Anexo I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
2	0,251	3	22,6	4
2	0,251	1	22,6	5
2	0,251	2	22,8	5
2	0,251	3	22,8	5
2	0,251	1	22,2	6
2	0,251	2	22,6	6
2	0,251	3	22,5	6
2	0,251	1	22,1	7
2	0,251	2	22,3	7
2	0,251	3	22,1	7
2	0,251	1	22,3	8
2	0,251	2	22,3	8
2	0,251	3	22,4	8
2	0,251	1	22,4	9
2	0,251	2	22,4	9
2	0,251	3	22,5	9
2	0,251	1	22,3	10
2	0,251	2	22,4	10
2	0,251	3	22,6	10

2	0,251	1	22,8	11
2	0,251	2	22,7	11
2	0,251	3	22,8	11
2	0,251	1	23,1	12
2	0,251	2	23,1	12
2	0,251	3	23,0	12
2	0,251	1	22,9	14
2	0,251	2	22,8	14
2	0,251	3	22,8	14
2	0,251	1	22,7	16
2	0,251	2	22,6	16
2	0,251	3	22,5	16
2	0,251	1	22,4	18
2	0,251	2	22,4	18
2	0,251	3	22,3	18
2	0,251	1	22,1	20
2	0,251	2	22,3	20
2	0,251	3	22,1	20
2	0,251	1	22,3	22
2	0,251	2	22,3	22
2	0,251	3	22,4	22
2	0,251	1	22,3	24
2	0,251	2	22,4	24

Continuación Anexo I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
2	0,251	3	22,3	24
2	0,251	1	22,4	27
2	0,251	2	22,8	27
2	0,251	3	22,6	27
2	0,251	1	22,3	30
2	0,251	2	22,6	30
2	0,251	3	22,4	30
2	0,251	1	22,4	33
2	0,251	2	22,5	33
2	0,251	3	22,4	33
2	0,251	1	22,3	36
2	0,251	2	22,5	36
2	0,251	3	22,3	36
2	0,251	1	22,5	40
2	0,251	2	22,3	40
2	0,251	3	22,5	40

2	0,251	1	22,6	44
2	0,251	2	22,8	44
2	0,251	3	22,3	44
2	0,251	1	22,4	48
2	0,251	2	22,7	48
2	0,251	3	22,6	48
2	0,466	1	23,2	1
2	0,466	2	23,1	1
2	0,466	3	23,1	1
2	0,466	1	23,0	2
2	0,466	2	23,0	2
2	0,466	3	22,9	2
2	0,466	1	22,9	3
2	0,466	2	22,8	3
2	0,466	3	22,7	3
2	0,466	1	22,7	4
2	0,466	2	22,7	4
2	0,466	3	22,4	4
2	0,466	1	22,5	5
2	0,466	2	22,4	5
2	0,466	3	22,1	5
2	0,466	1	22,3	6
2	0,466	2	22,7	6
2	0,466	3	22,6	6
2	0,466	1	22,2	7
2	0,466	2	22,4	7
2	0,466	3	22,3	7

Continuación Anexo I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
2	0,466	1	22,4	8
2	0,466	2	22,3	8
2	0,466	3	22,4	8
2	0,466	1	22,8	9
2	0,466	2	22,3	9
2	0,466	3	22,4	9
2	0,466	1	22,6	10
2	0,466	2	22,4	10
2	0,466	3	22,7	10
2	0,466	1	22,7	11
2	0,466	2	22,7	11
2	0,466	3	22,9	11
2	0,466	1	22,4	12

2	0,466	2	22,4	12
2	0,466	3	22,2	12
2	0,466	1	22,5	14
2	0,466	2	22,3	14
2	0,466	3	22,3	14
2	0,466	1	22,8	16
2	0,466	2	22,3	16
2	0,466	3	22,6	16
2	0,466	1	22,6	18
2	0,466	2	22,7	18
2	0,466	3	22,4	18
2	0,466	1	23,0	20
2	0,466	2	22,9	20
2	0,466	3	22,7	20
2	0,466	1	22,9	22
2	0,466	2	22,5	22
2	0,466	3	22,6	22
2	0,466	1	22,7	24
2	0,466	2	22,7	24
2	0,466	3	22,6	24
2	0,466	1	22,5	27
2	0,466	2	22,3	27
2	0,466	3	22,5	27
2	0,466	1	22,3	30
2	0,466	2	22,4	30
2	0,466	3	22,7	30
2	0,466	1	22,5	33
2	0,466	2	22,3	33
2	0,466	3	22,6	33
2	0,466	1	22,7	36

Continuación Anexo I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
2	0,466	2	22,8	36
2	0,466	3	22,9	36
2	0,466	1	22,8	40
2	0,466	2	22,6	40
2	0,466	3	22,5	40
2	0,466	1	22,3	44
2	0,466	2	22,4	44
2	0,466	3	22,3	44
2	0,466	1	22,5	48
2	0,466	2	22,4	48

2	0,466	3	22,6	48
2	0,681	1	23,5	1
2	0,681	2	23,4	1
2	0,681	3	23,2	1
2	0,681	1	23,2	2
2	0,681	2	23,1	2
2	0,681	3	23,0	2
2	0,681	1	22,9	3
2	0,681	2	22,8	3
2	0,681	3	22,8	3
2	0,681	1	22,5	4
2	0,681	2	22,6	4
2	0,681	3	22,5	4
2	0,681	1	22,3	5
2	0,681	2	22,4	5
2	0,681	3	22,3	5
2	0,681	1	22,3	6
2	0,681	2	22,4	6
2	0,681	3	22,3	6
2	0,896	1	23,2	1
2	0,896	2	23,3	1
2	0,896	3	23,2	1
2	0,896	1	23,3	2
2	0,896	2	22,9	2
2	0,896	3	22,8	2
2	0,896	1	23,1	3
2	0,896	2	22,7	3
2	0,896	3	22,4	3
2	0,896	1	22,9	4
2	0,896	2	22,5	4
2	0,896	3	22,4	4
2	0,896	1	22,8	5
2	0,896	2	22,6	5
2	0,896	3	22,5	5

Continuación Anexo. I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
2	0,896	1	22,6	6
2	0,896	2	22,7	6
2	0,896	3	22,4	6
2	1,111	1	23,2	1
2	1,111	2	23,3	1
2	1,111	3	23,2	1
2	1,111	1	22,9	2

2	1,111	2	23,1	2
2	1,111	3	22,9	2
2	1,111	1	22,9	3
2	1,111	2	22,8	3
2	1,111	3	22,8	3
2	1,111	1	22,8	4
2	1,111	2	22,8	4
2	1,111	3	22,8	4
2	1,111	1	22,8	5
2	1,111	2	22,8	5
2	1,111	3	23,4	5
2	1,111	1	22,9	6
2	1,111	2	23,3	6
2	1,111	3	23,2	6
3	0,000	1	23,5	10
3	0,000	2	23,4	10
3	0,000	3	23,2	10
3	0,000	1	23,3	11
3	0,000	2	23,2	11
3	0,000	3	23,2	11
3	0,000	1	23,1	12
3	0,000	2	23,0	12
3	0,000	3	23,0	12
3	0,000	1	22,9	13
3	0,000	2	23,1	13
3	0,000	3	23,2	13
3	0,000	1	23,0	14
3	0,000	2	23,4	14
3	0,000	3	23,3	14
3	0,000	1	23,3	15
3	0,000	2	23,2	15
3	0,000	3	23,2	15
3	0,000	1	23,4	16
3	0,000	2	23,3	16
3	0,000	3	23,2	16
3	0,000	1	23,6	17

Continuación Anexo. I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
3	0,000	2	23,3	17
3	0,000	3	23,3	17
3	0,000	1	23,2	18
3	0,000	2	23,1	18
3	0,000	3	22,9	18

3	0,000	1	23,0	19
3	0,000	2	23,0	19
3	0,000	3	23,0	19
3	0,000	1	23,1	20
3	0,000	2	23,1	20
3	0,000	3	23,2	20
3	0,000	1	23,2	21
3	0,000	2	23,0	21
3	0,000	3	22,8	21
3	0,000	1	23,2	23
3	0,000	2	23,3	23
3	0,000	3	23,1	23
3	0,000	1	23,3	1
3	0,000	2	23,1	1
3	0,000	3	23,2	1
3	0,000	1	23,3	3
3	0,000	2	23,3	3
3	0,000	3	23,1	3
3	0,000	1	23,2	5
3	0,000	2	23,2	5
3	0,000	3	23,2	5
3	0,000	1	23,1	7
3	0,000	2	23,2	7
3	0,000	3	23,0	7
3	0,000	1	22,8	9
3	0,000	2	22,7	9
3	0,000	3	22,9	9
3	0,000	1	23,0	12
3	0,000	2	23,3	12
3	0,000	3	23,1	12
3	0,000	1	23,2	15
3	0,000	2	23,2	15
3	0,000	3	23,0	15
3	0,000	1	23,2	18
3	0,000	2	23,3	18
3	0,000	3	23,2	18
3	0,000	1	23,1	21
3	0,000	2	23,0	21

Continuación Anexo I..

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
3	0,000	3	23,1	21

3	0,000	1	23,0	1
3	0,000	2	22,9	1
3	0,000	3	22,9	1
3	0,000	1	22,7	5
3	0,000	2	22,8	5
3	0,000	3	22,8	5
3	0,000	1	22,9	9
3	0,000	2	22,7	9
3	0,000	3	22,8	9
3	0,036	1	23,1	10
3	0,036	2	23,0	10
3	0,036	3	23,2	10
3	0,036	1	23,2	11
3	0,036	2	23,1	11
3	0,036	3	23,0	11
3	0,036	1	23,2	12
3	0,036	2	23,1	12
3	0,036	3	23,1	12
3	0,036	1	23,3	13
3	0,036	2	23,3	13
3	0,036	3	23,2	13
3	0,036	1	23,1	14
3	0,036	2	23,3	14
3	0,036	3	23,1	14
3	0,036	1	23,0	15
3	0,036	2	23,2	15
3	0,036	3	23,1	15
3	0,036	1	22,9	16
3	0,036	2	22,9	16
3	0,036	3	23,0	16
3	0,036	1	23,2	17
3	0,036	2	23,1	17
3	0,036	3	23,2	17
3	0,036	1	23,2	18
3	0,036	2	23,2	18
3	0,036	3	23,3	18
3	0,036	1	23,1	19
3	0,036	2	23,2	19
3	0,036	3	23,3	19
3	0,036	1	23,3	20
3	0,036	2	23,1	20

Continuación Anexo I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
3	0,036	3	23,2	20
3	0,036	1	23,2	21
3	0,036	2	23,1	21
3	0,036	3	23,0	21
3	0,036	1	23,3	23
3	0,036	2	23,2	23
3	0,036	3	23,1	23
3	0,036	1	23,3	1
3	0,036	2	23,2	1
3	0,036	3	23,0	1
3	0,036	1	22,9	3
3	0,036	2	22,8	3
3	0,036	3	22,9	3
3	0,036	1	23,2	5
3	0,036	2	23,1	5
3	0,036	3	23,0	5
3	0,036	1	23,1	7
3	0,036	2	23,3	7
3	0,036	3	23,2	7
3	0,036	1	23,2	9
3	0,036	2	23,2	9
3	0,036	3	23,1	9
3	0,036	1	23,1	12
3	0,036	2	23,0	12
3	0,036	3	23,0	12
3	0,036	1	23,0	15
3	0,036	2	23,2	15
3	0,036	3	23,3	15
3	0,036	1	23,3	18
3	0,036	2	23,2	18
3	0,036	3	23,2	18
3	0,036	1	23,3	21
3	0,036	2	23,2	21
3	0,036	3	23,2	21
3	0,036	1	23,2	1
3	0,036	2	23,3	1
3	0,036	3	23,2	1
3	0,036	1	23,1	5
3	0,036	2	23,0	5
3	0,036	3	23,1	5
3	0,036	1	23,1	9
3	0,036	2	23,2	9

3	0,036	3	23,3	9
---	-------	---	------	---

Continuación Anexo I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
3	0,251	1	23,2	10
3	0,251	2	23,3	10
3	0,251	3	23,2	10
3	0,251	1	23,3	11
3	0,251	2	23,2	11
3	0,251	3	23,0	11
3	0,251	1	23,2	12
3	0,251	2	23,3	12
3	0,251	3	23,0	12
3	0,251	1	23,2	13
3	0,251	2	23,1	13
3	0,251	3	22,9	13
3	0,251	1	23,0	14
3	0,251	2	23,1	14
3	0,251	3	23,3	14
3	0,251	1	23,1	15
3	0,251	2	23,1	15
3	0,251	3	23,1	15
3	0,251	1	23,2	16
3	0,251	2	23,1	16
3	0,251	3	23,3	16
3	0,251	1	23,1	17
3	0,251	2	23,3	17
3	0,251	3	23,3	17
3	0,251	1	23,2	18
3	0,251	2	23,1	18
3	0,251	3	23,2	18
3	0,251	1	23,1	19
3	0,251	2	23,0	19
3	0,251	3	23,2	19
3	0,251	1	23,2	20
3	0,251	2	23,1	20
3	0,251	3	23,2	20
3	0,251	1	23,1	21
3	0,251	2	23,3	21
3	0,251	3	23,3	21
3	0,251	1	23,2	23
3	0,251	2	23,1	23
3	0,251	3	23,0	23
3	0,251	1	23,3	1

3	0,251	2	23,2	1
3	0,251	3	23,1	1
3	0,251	1	23,0	3

Continuación Anexo I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
3	0,251	2	23,1	3
3	0,251	3	23,3	3
3	0,251	1	23,3	5
3	0,251	2	23,2	5
3	0,251	3	23,2	5
3	0,251	1	23,2	7
3	0,251	2	23,1	7
3	0,251	3	23,0	7
3	0,251	1	23,3	9
3	0,251	2	23,3	9
3	0,251	3	23,1	9
3	0,251	1	23,2	12
3	0,251	2	23,4	12
3	0,251	3	23,2	12
3	0,251	1	23,3	15
3	0,251	2	23,3	15
3	0,251	3	23,1	15
3	0,251	1	23,1	18
3	0,251	2	23,2	18
3	0,251	3	23,1	18
3	0,251	1	23,3	21
3	0,251	2	23,2	21
3	0,251	3	23,3	21
3	0,251	1	23,2	1
3	0,251	2	23,0	1
3	0,251	3	23,0	1
3	0,251	1	23,2	5
3	0,251	2	23,1	5
3	0,251	3	23,1	5
3	0,251	1	23,3	9
3	0,251	2	23,2	9
3	0,251	3	22,9	9
3	0,466	1	23,2	10
3	0,466	2	23,2	10
3	0,466	3	23,2	10
3	0,466	1	23,1	11
3	0,466	2	23,4	11

3	0,466	3	23,3	11
3	0,466	1	23,3	12
3	0,466	2	23,2	12
3	0,466	3	23,2	12
3	0,466	1	23,0	13
3	0,466	2	23,2	13

Continuación Anexo I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
3	0,466	3	23,3	13
3	0,466	1	23,3	14
3	0,466	2	23,3	14
3	0,466	3	23,3	14
3	0,466	1	23,2	15
3	0,466	2	23,2	15
3	0,466	3	23,1	15
3	0,466	1	23,3	16
3	0,466	2	23,3	16
3	0,466	3	23,2	16
3	0,466	1	23,2	17
3	0,466	2	23,4	17
3	0,466	3	23,4	17
3	0,466	1	23,1	18
3	0,466	2	23,3	18
3	0,466	3	23,2	18
3	0,466	1	23,2	19
3	0,466	2	23,5	19
3	0,466	3	23,3	19
3	0,466	1	23,5	20
3	0,466	2	23,6	20
3	0,466	3	23,1	20
3	0,466	1	23,0	21
3	0,466	2	22,9	21
3	0,466	3	23,1	21
3	0,466	1	23,2	23
3	0,466	2	23,4	23
3	0,466	3	23,3	23
3	0,466	1	23,6	1
3	0,466	2	23,5	1
3	0,466	3	23,5	1
3	0,466	1	23,3	3
3	0,466	2	23,3	3
3	0,466	3	23,4	3

3	0,466	1	23,1	5
3	0,466	2	23,3	5
3	0,466	3	23,2	5
3	0,466	1	23,3	7
3	0,466	2	23,2	7
3	0,466	3	23,3	7
3	0,466	1	23,4	9
3	0,466	2	23,2	9
3	0,466	3	23,4	9

Continuación Anexo I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
3	0,466	1	23,3	12
3	0,466	2	23,2	12
3	0,466	3	23,1	12
3	0,466	1	23,2	15
3	0,466	2	23,1	15
3	0,466	3	23,3	15
3	0,466	1	23,2	18
3	0,466	2	23,3	18
3	0,466	3	23,2	18
3	0,466	1	23,3	21
3	0,466	2	23,2	21
3	0,466	3	23,2	21
3	0,466	1	23,1	1
3	0,466	2	23,2	1
3	0,466	3	23,2	1
3	0,466	1	23,2	5
3	0,466	2	23,0	5
3	0,466	3	23,1	5
3	0,466	1	23,2	9
3	0,466	2	23,4	9
3	0,466	3	22,9	9
3	0,681	1	23,1	10
3	0,681	2	23,2	10
3	0,681	3	23,3	10
3	0,681	1	23,2	11
3	0,681	2	23,2	11
3	0,681	3	23,1	11
3	0,681	1	23,3	12
3	0,681	2	23,2	12
3	0,681	3	23,3	12
3	0,681	1	23,3	13

3	0,681	2	23,2	13
3	0,681	3	23,1	13
3	0,681	1	23,3	14
3	0,681	2	23,2	14
3	0,681	3	23,1	14
3	0,681	1	23,1	15
3	0,681	2	23,3	15
3	0,681	3	23,2	15
3	0,896	1	23,3	10
3	0,896	2	23,3	10
3	0,896	3	23,3	10
3	0,896	1	23,1	11

Continuación Anexo I.

Experimento	Dosis	Réplica	Temperatura (°C)	Hora Experimental
3	0,896	2	23,1	11
3	0,896	3	22,9	11
3	0,896	1	23,2	12
3	0,896	2	23,1	12
3	0,896	3	23,3	12
3	0,896	1	23,3	13
3	0,896	2	23,1	13
3	0,896	3	23,0	13
3	0,896	1	23,2	14
3	0,896	2	23,1	14
3	0,896	3	23,2	14
3	0,896	1	23,3	15
3	0,896	2	23,1	15
3	0,896	3	23,2	15
3	1,111	1	23,1	10
3	1,111	2	23,3	10
3	1,111	3	23,3	10
3	1,111	1	23,2	11
3	1,111	2	23,3	11
3	1,111	3	23,5	11
3	1,111	1	23,3	12
3	1,111	2	23,5	12
3	1,111	3	23,2	12
3	1,111	1	23,1	13
3	1,111	2	23,2	13
3	1,111	3	23,2	13

3	1,111	1	23,2	14
3	1,111	2	23,1	14
3	1,111	3	23,0	14
3	1,111	1	23,0	15
3	1,111	2	23,1	15
3	1,111	3	23,0	15

Anexo. J. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Temperatura.

Concentración	Réplica	Hora	Temperatura (°C)			Media	D.S	E.S	CV%
0,000	1	1	23,5	23,3	23,5				
0,000	2	1	23,2	23,2	23,4				
0,000	3	1	23,0	23,3	23,2	23,3	0,16158933	0,0538	0,2312
0,000	1	2	23,4	23,3	23,3				
0,000	2	2	23,2	23,0	23,2				
0,000	3	2	23,0	22,9	23,2	23,2	0,16583124	0,0586	0,2530
0,000	1	3	23,2	22,8	23,1				
0,000	2	3	23,2	22,8	23,0				
0,000	3	3	22,8	22,8	23,0	23,0	0,17320508	0,0612	0,2666
0,000	1	4	23,1	22,7	22,9				
0,000	2	4	23,1	23,2	23,1				
0,000	3	4	22,7	23,2	23,2	23,0	0,20480343	0,0724	0,3145
0,000	1	5	23,0	23,1	23,0				
0,000	2	5	23,1	23,1	23,4				
0,000	3	5	22,6	23,0	23,3	23,1	0,2236068	0,0790	0,3427
0,000	1	6	22,9	22,9	23,3				
0,000	2	6	23,0	22,7	23,2				
0,000	3	6	22,6	22,4	23,2	22,9	0,30184617	0,1067	0,4657
0,000	1	7	22,8	22,4	23,4				
0,000	2	7	22,9	22,3	23,3				
0,000	3	7	22,5	22,4	23,2	22,8	0,42426407	0,15	0,6578
0,000	1	8	22,8	22,5	23,6	22,8	0,45276926	0,1600	0,7010

0,000	2	8	22,7	22,4	23,3				
0,000	3	8	22,4	22,5	23,3				
0,000	1	9	22,8	22,4	23,2				
0,000	2	9	22,4	22,5	23,1				
0,000	3	9	22,2	22,4	22,9	22,7	0,35394601	0,1251	0,5523
0,000	1	10	22,7	22,4	23,0				
0,000	2	10	22,2	22,3	23,0				
0,000	3	10	22,3	22,5	23,0	22,6	0,33166248	0,1172	0,5188
0,000	1	11	22,7	22,7	23,1				
0,000	2	11	22,2	22,5	23,1				
0,000	3	11	22,2	22,7	23,2	22,7	0,37230513	0,1316	0,5795
0,000	1	12	22,6	23,1	23,2				
0,000	2	12	22,1	23,20	23,00				
0,000	3	12	22,3	23,0	22,8	22,8	0,3982601	0,1408	0,6172
0,000	1	14	22,4	23,1	23,2				
0,000	2	14	22,3	22,8	23,3				
0,000	3	14	22,5	22,9	23,1	22,8	0,36780127	0,1300	0,5692

Continuación Anexo J.

Concentración	Réplica	Hora	Temperatura (°C)			Media	D.S	E.S	CV%
0,000	1	16	22,3	23,2	23,3				
0,000	2	16	22,3	23,5	23,1				
0,000	3	16	22,4	22,7	23,2	22,9	0,46755867	0,1653	0,7222
0,000	1	18	22,3	22,5	23,3				
0,000	2	18	22,3	22,1	23,3				
0,000	3	18	22,4	22,4	23,1	22,6	0,46636895	0,1648	0,7285
0,000	1	20	22,3	22,2	23,2				
0,000	2	20	22,5	22,3	23,2				
0,000	3	20	22,3	22,3	23,2	22,6	0,44845413	0,1585	0,7012
0,000	1	22	22,3	22,4	23,1				
0,000	2	22	22,4	22,3	23,2				
0,000	3	22	22,5	22,4	23	22,6	0,36666667	0,1296	0,5730
0,000	1	24	22,8	23,2	22,8				
0,000	2	24	22,9	22,8	22,7				
0,000	3	24	22,5	22,6	22,9	22,8	0,2	0,0707	0,3101
0,000	1	27	22,9	22,7	23				
0,000	2	27	23,2	22,5	23,3				
0,000	3	27	22,7	22,8	23,1	22,9	0,26193723	0,0926	0,4042
0,000	1	30	23,2	22,8	23,2				
0,000	2	30	23,0	22,7	23,2				
0,000	3	30	23,5	22,6	23	23,0	0,2862594	0,1012	0,4396
0,000	1	33	23,5	22,6	23,2	22,9	0,39510899	0,1396	0,6097

0,000	2	33	22,8	22,5	23,3				
0,000	3	33	22,7	22,4	23,2				
0,000	1	36	22,7	22,2	23,1				
0,000	2	36	22,6	22,3	23				
0,000	3	36	22,7	22,4	23,1	22,7	0,33829639	0,1196	0,5274
0,000	1	40	22,8	22,3	23				
0,000	2	40	22,3	22,3	22,9				
0,000	3	40	23,6	23,4	22,9	22,8	0,47434165	0,1677	0,7344
0,000	1	44	22,6	22,4	22,7				
0,000	2	44	22,1	22,4	22,8				
0,000	3	44	22,4	22,5	22,8	22,5	0,22791324	0,0805	0,3577
0,000	1	48	22,5	22,3	22,9				
0,000	2	48	22,3	22,5	22,7				
0,000	3	48	22,3	22,4	22,8	22,5	0,22791324	0,0805	0,3577
0,036	1	1	23,3	23,2	23,1				
0,036	2	1	23,4	23,1	23				
0,036	3	1	23,4	23	23,2	23,2	0,15365907	0,0543	0,2342
0,036	1	2	23,2	23	23,2				
0,036	2	2	23,3	22,8	23,1				
0,036	3	2	23,2	22,7	23	23,1	0,20069324	0,0709	0,3077

Continuación Anexo J.

Concentración	Réplica	Hora	Temperatura (°C)			Media	D.S	E.S	CV%
0,036	1	3	23,1	22,8	23,2				
0,036	2	3	23,2	22,5	23,1				
0,036	3	3	23,2	22,6	23,1	23,0	0,27284509	0,0964	0,4198
0,036	1	4	23,0	22,7	23,3				
0,036	2	4	23,2	22,4	23,3				
0,036	3	4	23,1	22,3	23,2	22,9	0,38441875	0,1359	0,5923
0,036	1	5	23,0	22,3	23,1				
0,036	2	5	23,1	22,2	23,3				
0,036	3	5	23,1	22,5	23,1	22,9	0,4065437	0,1437	0,6288
0,036	1	6	22,8	22,6	23				
0,036	2	6	23,0	22,5	23,2				
0,036	3	6	23,0	22,4	23,1	22,8	0,28333333	0,1001	0,4385
0,036	1	7	22,7	23,1	22,9				
0,036	2	7	23,0	23	22,9				
0,036	3	7	22,9	23,2	23	23,0	0,14142136	0,05	0,2177
0,036	1	8	22,6	23,1	23,2				
0,036	2	8	22,9	23	23,1				
0,036	3	8	22,8	23	23,2	23,0	0,1964971	0,0694	0,3021

0,036	1	9	22,5	22,9	23,2				
0,036	2	9	22,8	22,8	23,2				
0,036	3	9	22,6	22,7	23,3	22,9	0,28480012	0,1006	0,4399
0,036	1	10	22,2	22,6	23,1				
0,036	2	10	22,7	22,5	23,2				
0,036	3	10	22,5	22,5	23,3	22,7	0,37749172	0,1334	0,5870
0,036	1	11	22,1	22,3	23,3				
0,036	2	11	22,6	22,4	23,1				
0,036	3	11	22,4	22,5	23,2	22,7	0,43333333	0,1532	0,6762
0,036	1	12	22,4	22,4	23,2				
0,036	2	12	22,5	22,5	23,1				
0,036	3	12	22,3	22,4	23	22,6	0,3503966	0,1238	0,5470
0,036	1	14	22,5	22,3	23,3				
0,036	2	14	22,5	22,7	23,2				
0,036	3	14	22,2	22,6	23,1	22,7	0,3982601	0,1408	0,6199
0,036	1	16	22,6	23,1	23,3				
0,036	2	16	22,3	22,9	23,2				
0,036	3	16	22,3	22,7	23	22,8	0,37006006	0,1308	0,5732
0,036	1	18	22,5	23,4	22,9				
0,036	2	18	22,4	23,1	22,8				
0,036	3	18	22,3	23	22,9	22,8	0,35512126	0,1255	0,5504
0,036	1	20	22,3	23	23,2				
0,036	2	20	22,4	22,8	23,1				
0,036	3	20	22,8	22,8	23	22,8	0,30322342	0,1072	0,4697

Continuación Anexo J.

Concentración	Réplica	Hora	Temperatura (°C)			Media	D.S	E.S	CV%
0,036	1	22	22,6	22,9	23,1				
0,036	2	22	22,3	22,4	23,3				
0,036	3	22	22,4	22,7	23,2	22,8	0,37416574	0,1322	0,5810
0,036	1	24	22,7	22,7	23,2				
0,036	2	24	22,9	22,6	23,2				
0,036	3	24	22,5	22,5	23,1	22,8	0,2862594	0,1012	0,4434
0,036	1	27	23,4	22,5	23,1				
0,036	2	27	23,5	22,3	23				
0,036	3	27	23,3	22,2	23	22,9	0,4790036	0,1693	0,7388
0,036	1	30	23,2	22,3	23				
0,036	2	30	23,3	22,2	23,2				
0,036	3	30	23,0	22,5	23,3	22,9	0,43716257	0,1545	0,6752
0,036	1	33	22,9	22,4	23,3				
0,036	2	33	22,7	22,5	23,2				
0,036	3	33	22,6	22,7	23,2	22,8	0,33166248	0,1172	0,5135
0,036	1	36	22,2	22,7	23,3				
0,036	2	36	22,1	22,8	23,2	22,7	0,45582648	0,1611	0,7085

0,036	3	36	22,3	22,9	23,2				
0,036	1	40	22,5	22,9	23,2				
0,036	2	40	23,0	22,8	23,3				
0,036	3	40	22,6	22,8	23,2	22,9	0,27738862	0,0980	0,4278
0,036	1	44	22,8	23	23,1				
0,036	2	44	22,8	23,1	23				
0,036	3	44	22,7	23,4	23,1	23,0	0,21213203	0,075	0,3260
0,036	1	48	22,6	23,3	23,1				
0,036	2	48	22,3	23,3	23,2				
0,036	3	48	22,4	23,2	23,3	23,0	0,41231056	0,1457	0,6347
0,251	1	1	23,5	23,4	23,2				
0,251	2	1	23,2	23,3	23,3				
0,251	3	1	23,5	23,3	23,2	23,3	0,12018504	0,0424	0,1821
0,251	1	2	23,4	23,2	23,3				
0,251	2	2	23,1	23,2	23,2				
0,251	3	2	23,4	23,1	23	23,2	0,13642255	0,0482	0,2077
0,251	1	3	23,4	23,1	23,2				
0,251	2	3	23,1	23	23,3				
0,251	3	3	23,2	22,9	23	23,1	0,15811388	0,0559	0,2416
0,251	1	4	23,3	22,8	23,2				
0,251	2	4	23,0	22,7	23,1				
0,251	3	4	23,2	22,6	22,9	23,0	0,24381231	0,0862	0,3751
0,251	1	5	23,3	22,6	23				
0,251	2	5	22,9	22,8	23,1				
0,251	3	5	23,1	22,8	23,3	23,0	0,23687784	0,0837	0,3643

Continuación Anexo J.

Concentración	Réplica	Hora	Temperatura (°C)			Media	D.S	E.S	CV%
0,251	1	6	23,2	22,2	23,1				
0,251	2	6	22,8	22,6	23,1				
0,251	3	6	23,0	22,5	23,1	22,8	0,34318767	0,1213	0,5311
0,251	1	7	23,2	22,1	23,2				
0,251	2	7	22,8	22,3	23,1				
0,251	3	7	22,8	22,1	23,3	22,8	0,48476799	0,1713	0,7528
0,251	1	8	22,8	22,3	23,1				
0,251	2	8	22,7	22,3	23,3				
0,251	3	8	22,7	22,4	23,3	22,8	0,3968627	0,1403	0,6163
0,251	1	9	22,7	22,4	23,2				
0,251	2	9	22,6	22,4	23,1				
0,251	3	9	22,6	22,5	23,2	22,7	0,33208098	0,1174	0,5162
0,251	1	10	22,6	22,3	23,1				
0,251	2	10	22,5	22,4	23	22,7	0,325747	0,1151	0,5076

0,251	3	10	22,5	22,6	23,2				
0,251	1	11	22,9	22,8	23,2				
0,251	2	11	22,5	22,7	23,1				
0,251	3	11	22,4	22,8	23,2	22,8	0,29233732	0,1033	0,4525
0,251	1	12	22,8	23,1	23,1				
0,251	2	12	22,5	23,1	23,3				
0,251	3	12	22,4	23	23,3	23,0	0,32446537	0,1147	0,4997
0,251	1	14	22,5	22,9	23,2				
0,251	2	14	22,2	22,8	23,1				
0,251	3	14	22,4	22,8	23	22,8	0,3354102	0,1185	0,5208
0,251	1	16	22,3	22,7	23,3				
0,251	2	16	22,3	22,6	23,2				
0,251	3	16	22,4	22,5	23,1	22,7	0,39193253	0,1385	0,6101
0,251	1	18	22,5	22,4	23				
0,251	2	18	22,4	22,4	23,1				
0,251	3	18	22,6	22,3	23,3	22,7	0,36742346	0,1299	0,5731
0,251	1	20	22,3	22,1	23,3				
0,251	2	20	22,3	22,3	23,2				
0,251	3	20	22,4	22,1	23,2	22,6	0,50194068	0,1774	0,7860
0,251	1	22	22,3	22,3	23,2				
0,251	2	22	22,2	22,3	23,1				
0,251	3	22	22,2	22,4	23	22,6	0,41566546	0,1469	0,6515
0,251	1	24	22,5	22,3	23,3				
0,251	2	24	22,3	22,4	23,3				
0,251	3	24	22,6	22,3	23,1	22,7	0,43237073	0,1528	0,6740
0,251	1	27	22,7	22,4	23,2				
0,251	2	27	22,4	22,8	23,4				
0,251	3	27	22,8	22,6	23,2	22,8	0,36055513	0,1274	0,5582

Continuación Anexo J.

Concentración	Réplica	Hora	Temperatura (°C)			Media	D.S	E.S	CV%
0,251	1	30	22,8	22,3	23,3				
0,251	2	30	22,9	22,6	23,3				
0,251	3	30	23,0	22,4	23,1	22,9	0,36438685	0,1288	0,5636
0,251	1	33	23,1	22,4	23,1				
0,251	2	33	23,0	22,5	23,2				
0,251	3	33	23,2	22,4	23,1	22,9	0,34801022	0,1230	0,5375
0,251	1	36	22,8	22,3	23,3				
0,251	2	36	22,7	22,5	23,2				
0,251	3	36	22,9	22,3	23,3	22,8	0,3982601	0,1408	0,6172
0,251	1	40	22,5	22,5	23,2				
0,251	2	40	22,4	22,3	23	22,6	0,3391165	0,1198	0,5297

0,251	3	40	22,3	22,5	23				
0,251	1	44	22,3	22,6	23,2				
0,251	2	44	22,4	22,8	23,1				
0,251	3	44	22,3	22,3	23,1	22,7	0,38005848	0,1343	0,5925
0,251	1	48	22,4	22,4	23,3				
0,251	2	48	22,4	22,7	23,2				
0,251	3	48	22,4	22,6	22,9	22,7	0,35707142	0,1262	0,5561
0,466	1	1	23,2	23,2	23,2				
0,466	2	1	23,4	23,1	23,2				
0,466	3	1	23,5	23,1	23,2	23,2	0,13228757	0,0467	0,2013
0,466	1	2	23,1	23	23,1				
0,466	2	2	23,3	23	23,4				
0,466	3	2	23,4	22,9	23,3	23,2	0,18708287	0,0661	0,2855
0,466	1	3	23,1	22,9	23,3				
0,466	2	3	23,3	22,8	23,2				
0,466	3	3	23,3	22,7	23,2	23,1	0,23154073	0,0818	0,3545
0,466	1	4	23,0	22,7	23				
0,466	2	4	23,2	22,7	23,2				
0,466	3	4	23,2	22,4	23,3	23,0	0,30413813	0,1075	0,4681
0,466	1	5	23,0	22,5	23,3				
0,466	2	5	23,1	22,4	23,3				
0,466	3	5	23,2	22,1	23,3	22,9	0,45673965	0,1614	0,7048
0,466	1	6	22,9	22,3	23,2				
0,466	2	6	23,0	22,7	23,2				
0,466	3	6	22,9	22,6	23,1	22,9	0,29907264	0,1057	0,4621
0,466	1	7	22,9	22,2	23,3				
0,466	2	7	22,8	22,4	23,3				
0,466	3	7	22,8	22,3	23,2	22,8	0,42426407	0,15	0,6578
0,466	1	8	22,7	22,4	23,2				
0,466	2	8	22,8	22,3	23,4				
0,466	3	8	22,8	22,4	23,4	22,8	0,42654946	0,1508	0,6607

Continuación Anexo J

Concentración	Réplica	Hora	Temperatura (°C)			Media	D.S	E.S	CV%
0,466	1	9	22,6	22,8	23,1				
0,466	2	9	22,7	22,3	23,3				
0,466	3	9	22,7	22,4	23,2	22,8	0,34801022	0,1230	0,5399
0,466	1	10	22,4	22,6	23,2				
0,466	2	10	22,5	22,4	23,5				
0,466	3	10	22,7	22,7	23,3	22,8	0,41365579	0,1462	0,6411
0,466	1	11	22,6	22,7	23,5				
0,466	2	11	22,5	22,7	23,6	22,9	0,4044887	0,1430	0,6241

0,466	3	11	22,6	22,9	23,1				
0,466	1	12	22,5	22,4	23				
0,466	2	12	22,5	22,4	22,9				
0,466	3	12	22,4	22,2	23,1	22,6	0,31622777	0,1118	0,4947
0,466	1	14	22,5	22,5	23,2				
0,466	2	14	22,3	22,3	23,4				
0,466	3	14	22,5	22,3	23,3	22,7	0,46097722	0,1629	0,7179
0,466	1	16	22,4	22,8	23,6				
0,466	2	16	22,5	22,3	23,5				
0,466	3	16	22,3	22,6	23,5	22,8	0,54772256	0,1936	0,8480
0,466	1	18	22,2	22,6	23,3				
0,466	2	18	22,4	22,7	23,3				
0,466	3	18	22,3	22,4	23,4	22,7	0,47434165	0,1677	0,7377
0,466	1	20	22,5	23	23,1				
0,466	2	20	22,3	22,9	23,3				
0,466	3	20	22,3	22,7	23,2	22,8	0,37896057	0,1339	0,5873
0,466	1	22	22,3	22,9	23,3				
0,466	2	22	22,2	22,5	23,2				
0,466	3	22	22,3	22,6	23,3	22,7	0,45	0,1590	0,6998
0,466	1	24	22,3	22,7	23,4				
0,466	2	24	22,2	22,7	23,2				
0,466	3	24	22,4	22,6	23,4	22,8	0,46097722	0,1629	0,7158
0,466	1	27	23,2	22,5	23,3				
0,466	2	27	23,1	22,3	23,2				
0,466	3	27	23,2	22,5	23,1	22,9	0,38405729	0,1357	0,5920
0,466	1	30	23,1	22,3	23,2				
0,466	2	30	23,0	22,4	23,1				
0,466	3	30	23,0	22,7	23,3	22,9	0,35355339	0,125	0,5458
0,466	1	33	23,0	22,5	23,2				
0,466	2	33	22,7	22,3	23,3				
0,466	3	33	22,7	22,6	23,2	22,8	0,35355339	0,125	0,5474
0,466	1	36	22,8	22,7	23,3				
0,466	2	36	22,6	22,8	23,2				
0,466	3	36	22,5	22,9	23,2	22,9	0,28480012	0,1006	0,4399

Continuación Anexo J.

Concentración	Réplica	Hora	Temperatura (°C)			Media	D.S	E.S	CV%
0,466	1	40	22,6	22,8	23,1				
0,466	2	40	22,5	22,6	23,2				
0,466	3	40	22,3	22,5	23,2	22,8	0,33582403	0,1187	0,5217
0,466	1	44	22,4	22,3	23,2				
0,466	2	44	22,3	22,4	23	22,6	0,37564759	0,1328	0,5873

0,466	3	44	22,5	22,3	23,1				
0,466	1	48	22,4	22,5	23,2				
0,466	2	48	22,4	22,4	23,4				
0,466	3	48	22,3	22,6	22,9	22,7	0,39616214	0,1400	0,6176
0,681	1	1	23,2	23,5	23,1				
0,681	2	1	23,1	23,4	23,2				
0,681	3	1	23,5	23,2	23,3	23,3	0,15634719	0,0552	0,2374
0,681	1	2	23,1	23,2	23,2				
0,681	2	2	23,0	23,1	23,2				
0,681	3	2	23,3	23	23,1	23,1	0,15432332	0,0353	0,1528
0,681	1	3	23,0	22,9	23,3				
0,681	2	3	23,0	22,8	23,2				
0,681	3	3	23,1	22,8	23,3	23,0	0,19436506	0,0687	0,2981
0,681	1	4	23,0	22,5	23,3				
0,681	2	4	23,0	22,6	23,2				
0,681	3	4	23,3	22,5	23,1	22,9	0,32829526	0,1160	0,5058
0,681	1	5	22,9	22,3	23,3				
0,681	2	5	22,8	22,4	23,2				
0,681	3	5	23,0	22,3	23,1	22,8	0,38873013	0,1374	0,6024
0,681	1	6	22,8	22,3	23,1				
0,681	2	6	22,7	22,4	23,3				
0,681	3	6	22,5	22,3	23,2	22,7	0,39051248	0,1380	0,6073
0,896	1	1	23,4	23,2	23,3				
0,896	2	1	23,3	23,3	23,3				
0,896	3	1	23,5	23,2	23,3	23,3	0,09279607	0,0328	0,1407
0,896	1	2	23,3	23,3	23,1				
0,896	2	2	23,2	22,9	23,1				
0,896	3	2	23,4	22,8	22,9	23,1	0,20883273	0,0738	0,3194
0,896	1	3	23,3	23,1	23,2				
0,896	2	3	23,2	22,7	23,1				
0,896	3	3	23,4	22,4	23,3	23,1	0,32317866	0,1142	0,4951
0,896	1	4	23,2	22,9	23,3				
0,896	2	4	23,1	22,5	23,1				
0,896	3	4	23,3	22,4	23	23,0	0,32702361	0,1156	0,5031
0,896	1	5	23,2	22,8	23,2				
0,896	2	5	23,1	22,6	23,1				
0,896	3	5	23,3	22,5	23,2	23,0	0,29154759	0,1030	0,4481

Continuación Anexo J.

Concentración	Réplica	Hora	Temperatura (°C)			Media	D.S	E.S	CV%
0,896	1	6	23,0	22,6	23,3				
0,896	2	6	23,0	22,7	23,1	22,9	0,30867099	0,1091	0,4756

0,896	3	6	23,2	22,4	23,2				
1,111	1	1	23,3	23,2	23,1				
1,111	2	1	23,4	23,3	23,3				
1,111	3	1	23,3	23,2	23,3	23,3	0,08660254	0,0306	0,1315
1,111	1	2	23,2	22,9	23,2				
1,111	2	2	23,3	23,1	23,3				
1,111	3	2	23,1	22,9	23,5	23,2	0,19364917	0,0684	0,2955
1,111	1	3	23,1	22,9	23,3				
1,111	2	3	23,2	22,8	23,5				
1,111	3	3	23,2	22,8	23,2	23,1	0,23687784	0,0837	0,3623
1,111	1	4	23,0	22,8	23,1				
1,111	2	4	23,0	22,8	23,2				
1,111	3	4	23,1	22,8	23,2	23,0	0,16583124	0,0586	0,2549
1,111	1	5	23,0	22,8	23,2				
1,111	2	5	23,0	22,8	23,1				
1,111	3	5	23,1	23,4	23	23,0	0,18782379	0,0664	0,2881
1,111	1	6	22,9	22,9	23				
1,111	2	6	23,0	23,3	23,1				
1,111	3	6	23,0	23,2	23	23,0	0,13333333	0,0471	0,2045

Anexo. K Datos de la variable Oxígeno Disuelto

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
1	0,000	1	7,58	1
1	0,000	2	7,55	1
1	0,000	3	7,56	1
1	0,000	1	7,55	2
1	0,000	2	7,57	2
1	0,000	3	7,58	2
1	0,000	1	7,55	3
1	0,000	2	7,57	3
1	0,000	3	7,55	3
1	0,000	1	7,55	4
1	0,000	2	7,55	4
1	0,000	3	7,58	4
1	0,000	1	7,56	5
1	0,000	2	7,55	5
1	0,000	3	7,58	5
1	0,000	1	7,56	6
1	0,000	2	7,55	6
1	0,000	3	7,57	6
1	0,000	1	7,57	7
1	0,000	2	7,58	7
1	0,000	3	7,58	7
1	0,000	1	7,57	8
1	0,000	2	7,58	8
1	0,000	3	7,55	8
1	0,000	1	7,55	9
1	0,000	2	7,57	9
1	0,000	3	7,58	9
1	0,000	1	7,57	10
1	0,000	2	7,58	10
1	0,000	3	7,57	10
1	0,000	1	7,56	11
1	0,000	2	7,57	11
1	0,000	3	7,58	11
1	0,000	1	7,56	12
1	0,000	2	7,58	12
1	0,000	3	7,55	12
1	0,000	1	7,56	14
1	0,000	2	7,58	14
1	0,000	3	7,56	14
1	0,000	1	7,55	16
1	0,000	2	7,55	16
1	0,000	3	7,55	16
1	0,000	1	7,56	18

Continuación Anexo. K

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
1	0,000	2	7,55	18
1	0,000	3	7,57	18
1	0,000	1	7,57	20
1	0,000	2	7,55	20
1	0,000	3	7,55	20
1	0,000	1	7,58	22
1	0,000	2	7,58	22
1	0,000	3	7,58	22
1	0,000	1	7,57	24
1	0,000	2	7,55	24
1	0,000	3	7,55	24
1	0,000	1	7,56	27
1	0,000	2	7,55	27
1	0,000	3	7,56	27
1	0,000	1	7,56	30
1	0,000	2	7,57	30
1	0,000	3	7,57	30
1	0,000	1	7,57	33
1	0,000	2	7,57	33
1	0,000	3	7,56	33
1	0,000	1	7,58	36
1	0,000	2	7,58	36
1	0,000	3	7,56	36
1	0,000	1	7,56	40
1	0,000	2	7,58	40
1	0,000	3	7,55	40
1	0,000	1	7,56	44
1	0,000	2	7,55	44
1	0,000	3	7,58	44
1	0,000	1	7,58	48
1	0,000	2	7,56	48
1	0,000	3	7,58	48
1	0,036	1	7,54	1
1	0,036	2	7,54	1
1	0,036	3	7,54	1
1	0,036	1	7,56	2
1	0,036	2	7,55	2
1	0,036	3	7,54	2
1	0,036	1	7,53	3
1	0,036	2	7,54	3
1	0,036	3	7,55	3

1	0,036	1	7,54	4
1	0,036	3	7,56	4
1	0,036	2	7,54	4

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
1	0,036	1	7,54	5
1	0,036	2	7,55	5
1	0,036	3	7,54	5
1	0,036	1	7,55	6
1	0,036	2	7,54	6
1	0,036	3	7,54	6
1	0,036	1	7,54	7
1	0,036	2	7,54	7
1	0,036	3	7,54	7
1	0,036	1	7,55	8
1	0,036	2	7,55	8
1	0,036	3	7,55	8
1	0,036	1	7,55	9
1	0,036	2	7,56	9
1	0,036	3	7,56	9
1	0,036	1	7,56	10
1	0,036	2	7,56	10
1	0,036	3	7,53	10
1	0,036	1	7,54	11
1	0,036	2	7,54	11
1	0,036	3	7,56	11
1	0,036	1	7,55	12
1	0,036	2	7,56	12
1	0,036	3	7,55	12
1	0,036	1	7,54	14
1	0,036	2	7,54	14
1	0,036	3	7,55	14
1	0,036	1	7,55	16
1	0,036	2	7,54	16
1	0,036	3	7,54	16
1	0,036	1	7,55	18
1	0,036	2	7,55	18
1	0,036	3	7,54	18
1	0,036	1	7,54	20
1	0,036	2	7,54	20
1	0,036	3	7,55	20
1	0,036	1	7,55	22

1	0,036	2	7,53	22
1	0,036	3	7,54	22
1	0,036	1	7,54	24
1	0,036	2	7,55	24
1	0,036	3	7,53	24
1	0,036	1	7,55	27

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
1	0,036	2	7,54	27
1	0,036	3	7,54	27
1	0,036	1	7,55	30
1	0,036	2	7,56	30
1	0,036	3	7,54	30
1	0,036	1	7,54	33
1	0,036	2	7,54	33
1	0,036	3	7,54	33
1	0,036	1	7,55	36
1	0,036	2	7,55	36
1	0,036	3	7,54	36
1	0,036	1	7,55	40
1	0,036	2	7,54	40
1	0,036	3	7,53	40
1	0,036	1	7,54	44
1	0,036	2	7,55	44
1	0,036	3	7,55	44
1	0,036	1	7,56	48
1	0,036	2	7,56	48
1	0,036	3	7,54	48
1	0,251	1	7,52	1
1	0,251	2	7,53	1
1	0,251	3	7,52	1
1	0,251	1	7,54	2
1	0,251	2	7,54	2
1	0,251	3	7,53	2
1	0,251	1	7,53	3
1	0,251	2	7,53	3
1	0,251	3	7,53	3
1	0,251	1	7,53	4
1	0,251	2	7,53	4
1	0,251	3	7,52	4
1	0,251	1	7,54	5

1	0,251	2	7,54	5
1	0,251	3	7,54	5
1	0,251	1	7,52	6
1	0,251	2	7,55	6
1	0,251	3	7,53	6
1	0,251	1	7,53	7
1	0,251	2	7,53	7
1	0,251	3	7,52	7
1	0,251	1	7,53	8
1	0,251	2	7,53	8

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
1	0,251	3	7,53	8
1	0,251	1	7,54	9
1	0,251	2	7,52	9
1	0,251	3	7,53	9
1	0,251	1	7,53	10
1	0,251	2	7,53	10
1	0,251	3	7,53	10
1	0,251	1	7,54	11
1	0,251	2	7,54	11
1	0,251	3	7,53	11
1	0,251	1	7,52	12
1	0,251	2	7,54	12
1	0,251	3	7,54	12
1	0,251	1	7,54	14
1	0,251	2	7,53	14
1	0,251	3	7,53	14
1	0,251	1	7,54	16
1	0,251	2	7,55	16
1	0,251	3	7,54	16
1	0,251	1	7,53	18
1	0,251	2	7,53	18
1	0,251	3	7,55	18
1	0,251	1	7,53	20
1	0,251	2	7,55	20
1	0,251	3	7,53	20
1	0,251	1	7,54	22
1	0,251	2	7,55	22
1	0,251	3	7,53	22
1	0,251	1	7,53	24
1	0,251	2	7,52	24
1	0,251	3	7,53	24

1	0,251	1	7,53	27
1	0,251	2	7,53	27
1	0,251	3	7,52	27
1	0,251	1	7,53	30
1	0,251	2	7,53	30
1	0,251	3	7,52	30
1	0,251	1	7,54	33
1	0,251	2	7,54	33
1	0,251	3	7,53	33
1	0,251	1	7,53	36
1	0,251	2	7,53	36

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
1	0,251	3	7,53	36
1	0,251	1	7,54	40
1	0,251	2	7,53	40
1	0,251	3	7,53	40
1	0,251	1	7,53	44
1	0,251	2	7,53	44
1	0,251	3	7,53	44
1	0,251	1	7,53	48
1	0,251	2	7,53	48
1	0,251	3	7,53	48
1	0,466	1	7,52	1
1	0,466	2	7,51	1
1	0,466	3	7,52	1
1	0,466	1	7,52	2
1	0,466	2	7,51	2
1	0,466	3	7,53	2
1	0,466	1	7,52	3
1	0,466	2	7,51	3
1	0,466	3	7,52	3
1	0,466	1	7,52	4
1	0,466	2	7,51	4
1	0,466	3	7,51	4
1	0,466	1	7,51	5
1	0,466	2	7,52	5
1	0,466	3	7,52	5
1	0,466	1	7,52	6
1	0,466	2	7,52	6
1	0,466	3	7,53	6

1	0,466	1	7,51	7
1	0,466	2	7,51	7
1	0,466	3	7,51	7
1	0,466	1	7,52	8
1	0,466	2	7,51	8
1	0,466	3	7,52	8
1	0,466	1	7,52	9
1	0,466	2	7,52	9
1	0,466	3	7,52	9
1	0,466	1	7,51	10
1	0,466	2	7,52	10
1	0,466	3	7,52	10
1	0,466	1	7,52	11
1	0,466	2	7,52	11

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
1	0,466	3	7,52	11
1	0,466	1	7,52	12
1	0,466	2	7,51	12
1	0,466	3	7,51	12
1	0,466	1	7,51	14
1	0,466	2	7,52	14
1	0,466	3	7,52	14
1	0,466	1	7,52	16
1	0,466	2	7,52	16
1	0,466	3	7,53	16
1	0,466	1	7,51	18
1	0,466	2	7,51	18
1	0,466	3	7,52	18
1	0,466	1	7,52	20
1	0,466	2	7,51	20
1	0,466	3	7,52	20
1	0,466	1	7,52	22
1	0,466	2	7,51	22
1	0,466	3	7,52	22
1	0,466	1	7,53	24
1	0,466	2	7,52	24
1	0,466	3	7,53	24
1	0,466	1	7,51	27
1	0,466	2	7,52	27
1	0,466	3	7,52	27
1	0,466	1	7,52	30

1	0,466	2	7,51	30
1	0,466	3	7,52	30
1	0,466	1	7,53	33
1	0,466	2	7,52	33
1	0,466	3	7,52	33
1	0,466	1	7,52	36
1	0,466	2	7,51	36
1	0,466	3	7,51	36
1	0,466	1	7,53	40
1	0,466	2	7,51	40
1	0,466	3	7,53	40
1	0,466	1	7,52	44
1	0,466	2	7,52	44
1	0,466	3	7,52	44
1	0,466	1	7,52	48
1	0,466	2	7,52	48
1	0,466	3	7,52	48

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
1	0,681	1	7,53	1
1	0,681	2	7,51	1
1	0,681	3	7,52	1
1	0,681	1	7,54	2
1	0,681	2	7,54	2
1	0,681	3	7,53	2
1	0,681	1	7,53	3
1	0,681	2	7,53	3
1	0,681	3	7,53	3
1	0,681	1	7,52	4
1	0,681	2	7,52	4
1	0,681	3	7,52	4
1	0,681	1	7,53	5
1	0,681	2	7,53	5
1	0,681	3	7,53	5
1	0,681	1	7,52	6
1	0,681	2	7,53	6
1	0,681	3	7,52	6
1	0,896	1	7,52	1
1	0,896	2	7,51	1
1	0,896	3	7,51	1
1	0,896	1	7,51	2
1	0,896	2	7,52	2

1	0,896	3	7,51	2
1	0,896	1	7,51	3
1	0,896	2	7,52	3
1	0,896	3	7,51	3
1	0,896	1	7,52	4
1	0,896	2	7,51	4
1	0,896	3	7,51	4
1	0,896	1	7,51	5
1	0,896	2	7,51	5
1	0,896	3	7,52	5
1	0,896	1	5,51	6
1	0,896	2	7,52	6
1	0,896	3	7,51	6
1	1,111	1	7,5	1
1	1,111	2	7,51	1
1	1,111	3	7,5	1
1	1,111	1	7,51	2
1	1,111	2	7,51	2
1	1,111	3	7,5	2

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
1	1,111	1	7,5	3
1	1,111	2	7,5	3
1	1,111	3	7,51	3
1	1,111	1	7,51	4
1	1,111	2	7,51	4
1	1,111	3	7,5	4
1	1,111	1	7,51	5
1	1,111	2	7,51	5
1	1,111	3	7,5	5
1	1,111	1	7,51	6
1	1,111	2	7,5	6
1	1,111	3	7,51	6
2	0,000	1	7,58	1
2	0,000	2	7,55	1
2	0,000	3	7,58	1
2	0,000	1	7,57	2
2	0,000	2	7,58	2
2	0,000	3	7,56	2
2	0,000	1	7,56	3
2	0,000	2	7,56	3

2	0,000	3	7,55	3
2	0,000	1	7,56	4
2	0,000	2	7,56	4
2	0,000	3	7,55	4
2	0,000	1	7,56	5
2	0,000	2	7,55	5
2	0,000	3	7,56	5
2	0,000	1	7,58	6
2	0,000	2	7,57	6
2	0,000	3	7,54	6
2	0,000	1	7,56	7
2	0,000	2	7,58	7
2	0,000	3	7,55	7
2	0,000	1	7,56	8
2	0,000	2	7,56	8
2	0,000	3	7,55	8
2	0,000	1	7,56	9
2	0,000	2	7,55	9
2	0,000	3	7,56	9
2	0,000	1	7,57	10
2	0,000	2	7,58	10
2	0,000	3	7,55	10
2	0,000	1	7,55	11

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
2	0,000	2	7,58	11
2	0,000	3	7,57	11
2	0,000	1	7,55	12
2	0,000	2	7,58	12
2	0,000	3	7,55	12
2	0,000	1	7,55	14
2	0,000	2	7,56	14
2	0,000	3	7,56	14
2	0,000	1	7,55	16
2	0,000	2	7,56	16
2	0,000	3	7,57	16
2	0,000	1	7,58	18
2	0,000	2	7,55	18
2	0,000	3	7,55	18
2	0,000	1	7,55	20
2	0,000	2	7,56	20

2	0,000	3	7,57	20
2	0,000	1	7,58	22
2	0,000	2	7,58	22
2	0,000	3	7,58	22
2	0,000	1	7,58	24
2	0,000	2	7,55	24
2	0,000	3	7,57	24
2	0,000	1	7,55	27
2	0,000	2	7,56	27
2	0,000	3	7,55	27
2	0,000	1	7,57	30
2	0,000	2	7,55	30
2	0,000	3	7,55	30
2	0,000	1	7,55	33
2	0,000	2	7,55	33
2	0,000	3	7,58	33
2	0,000	1	7,55	36
2	0,000	2	7,58	36
2	0,000	3	7,56	36
2	0,000	1	7,56	40
2	0,000	2	7,57	40
2	0,000	3	7,58	40
2	0,000	1	7,58	44
2	0,000	2	7,55	44
2	0,000	3	7,55	44
2	0,000	1	7,57	48
2	0,000	2	7,55	48

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
2	0,000	3	7,55	48
2	0,036	1	7,55	1
2	0,036	2	7,56	1
2	0,036	3	7,54	1
2	0,036	1	7,55	2
2	0,036	2	7,55	2
2	0,036	3	7,55	2
2	0,036	1	7,56	3
2	0,036	2	7,55	3
2	0,036	3	7,56	3
2	0,036	1	7,54	4
2	0,036	2	7,55	4
2	0,036	3	7,55	4

2	0,036	1	7,55	5
2	0,036	2	7,56	5
2	0,036	3	7,55	5
2	0,036	1	7,55	6
2	0,036	2	7,56	6
2	0,036	3	7,55	6
2	0,036	1	7,54	7
2	0,036	2	7,55	7
2	0,036	3	7,54	7
2	0,036	1	7,55	8
2	0,036	2	7,54	8
2	0,036	3	7,56	8
2	0,036	1	7,55	9
2	0,036	2	7,55	9
2	0,036	3	7,55	9
2	0,036	1	7,55	10
2	0,036	2	7,54	10
2	0,036	3	7,54	10
2	0,036	1	7,54	11
2	0,036	2	7,54	11
2	0,036	3	7,55	11
2	0,036	1	7,55	12
2	0,036	2	7,53	12
2	0,036	3	7,55	12
2	0,036	1	7,55	14
2	0,036	2	7,55	14
2	0,036	3	7,55	14
2	0,036	1	7,55	16
2	0,036	2	7,54	16
2	0,036	3	7,54	16

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
2	0,036	1	7,54	18
2	0,036	2	7,54	18
2	0,036	3	7,54	18
2	0,036	1	7,55	20
2	0,036	2	7,56	20
2	0,036	3	7,54	20
2	0,036	1	7,55	22
2	0,036	2	7,54	22
2	0,036	3	7,54	22
2	0,036	1	7,56	24

2	0,036	2	7,55	24
2	0,036	3	7,56	24
2	0,036	1	7,55	27
2	0,036	2	7,55	27
2	0,036	3	7,54	27
2	0,036	1	7,55	30
2	0,036	2	7,54	30
2	0,036	3	7,55	30
2	0,036	1	7,54	33
2	0,036	2	7,54	33
2	0,036	3	7,54	33
2	0,036	1	7,56	36
2	0,036	2	7,54	36
2	0,036	3	7,55	36
2	0,036	1	7,55	40
2	0,036	2	7,55	40
2	0,036	3	7,54	40
2	0,036	1	7,54	44
2	0,036	2	7,55	44
2	0,036	3	7,55	44
2	0,036	1	7,54	48
2	0,036	2	7,55	48
2	0,036	3	7,54	48
2	0,251	1	7,53	1
2	0,251	2	7,53	1
2	0,251	3	7,53	1
2	0,251	1	7,53	2
2	0,251	2	7,53	2
2	0,251	3	7,53	2
2	0,251	1	7,53	3
2	0,251	2	7,54	3
2	0,251	3	7,54	3
2	0,251	1	7,52	4

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
2	0,251	2	7,53	4
2	0,251	3	7,53	4
2	0,251	1	7,52	5
2	0,251	2	7,53	5
2	0,251	3	7,54	5
2	0,251	1	7,53	6
2	0,251	2	7,52	6

2	0,251	3	7,53	6
2	0,251	1	7,53	7
2	0,251	2	7,53	7
2	0,251	3	7,52	7
2	0,251	1	7,54	8
2	0,251	2	7,53	8
2	0,251	3	7,53	8
2	0,251	1	7,53	9
2	0,251	2	7,54	9
2	0,251	3	7,52	9
2	0,251	1	7,52	10
2	0,251	2	7,53	10
2	0,251	3	7,53	10
2	0,251	1	7,53	11
2	0,251	2	7,52	11
2	0,251	3	7,54	11
2	0,251	1	7,53	12
2	0,251	2	7,52	12
2	0,251	3	7,54	12
2	0,251	1	7,53	14
2	0,251	2	7,54	14
2	0,251	3	7,53	14
2	0,251	1	7,53	16
2	0,251	2	7,53	16
2	0,251	3	7,53	16
2	0,251	1	7,52	18
2	0,251	2	7,53	18
2	0,251	3	7,53	18
2	0,251	1	7,54	20
2	0,251	2	7,53	20
2	0,251	3	7,54	20
2	0,251	1	7,52	22
2	0,251	2	7,52	22
2	0,251	3	7,54	22
2	0,251	1	7,52	24
2	0,251	2	7,53	24

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
2	0,251	3	7,53	24
2	0,251	1	7,53	27
2	0,251	2	7,53	27
2	0,251	3	7,52	27

2	0,251	1	7,53	30
2	0,251	2	7,55	30
2	0,251	3	7,53	30
2	0,251	1	7,54	33
2	0,251	2	7,53	33
2	0,251	3	7,53	33
2	0,251	1	7,53	36
2	0,251	2	7,53	36
2	0,251	3	7,53	36
2	0,251	1	7,54	40
2	0,251	2	7,53	40
2	0,251	3	7,53	40
2	0,251	1	7,54	44
2	0,251	2	7,53	44
2	0,251	3	7,53	44
2	0,251	1	7,53	48
2	0,251	2	7,53	48
2	0,251	3	7,54	48
2	0,466	1	7,52	1
2	0,466	2	7,51	1
2	0,466	3	7,52	1
2	0,466	1	7,52	2
2	0,466	2	7,51	2
2	0,466	3	7,51	2
2	0,466	1	7,52	3
2	0,466	2	7,51	3
2	0,466	3	7,52	3
2	0,466	1	7,52	4
2	0,466	2	7,51	4
2	0,466	3	7,51	4
2	0,466	1	7,51	5
2	0,466	2	7,52	5
2	0,466	3	7,52	5
2	0,466	1	7,52	6
2	0,466	2	7,52	6
2	0,466	3	7,53	6
2	0,466	1	7,51	7
2	0,466	2	7,51	7
2	0,466	3	7,53	7

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
2	0,466	1	7,53	8

2	0,466	2	7,52	8
2	0,466	3	7,53	8
2	0,466	1	7,53	9
2	0,466	2	7,53	9
2	0,466	3	7,52	9
2	0,466	1	7,51	10
2	0,466	2	7,52	10
2	0,466	3	7,52	10
2	0,466	1	7,51	11
2	0,466	2	7,52	11
2	0,466	3	7,51	11
2	0,466	1	7,52	12
2	0,466	2	7,51	12
2	0,466	3	7,52	12
2	0,466	1	7,52	14
2	0,466	2	7,52	14
2	0,466	3	7,51	14
2	0,466	1	7,52	16
2	0,466	2	7,51	16
2	0,466	3	7,51	16
2	0,466	1	7,52	18
2	0,466	2	7,52	18
2	0,466	3	7,51	18
2	0,466	1	7,52	20
2	0,466	2	7,52	20
2	0,466	3	7,51	20
2	0,466	1	7,51	22
2	0,466	2	7,51	22
2	0,466	3	7,52	22
2	0,466	1	7,52	24
2	0,466	2	7,52	24
2	0,466	3	7,52	24
2	0,466	1	7,52	27
2	0,466	2	7,52	27
2	0,466	3	7,51	27
2	0,466	1	7,51	30
2	0,466	2	7,52	30
2	0,466	3	7,53	30
2	0,466	1	7,51	33
2	0,466	2	7,51	33
2	0,466	3	7,51	33
2	0,466	1	7,52	36

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
2	0,466	2	7,51	36
2	0,466	3	7,52	36
2	0,466	1	7,52	40
2	0,466	2	7,51	40
2	0,466	3	7,53	40
2	0,466	1	7,52	44
2	0,466	2	7,51	44
2	0,466	3	7,51	44
2	0,466	1	7,51	48
2	0,466	2	7,52	48
2	0,466	3	7,51	48
2	0,681	1	7,53	1
2	0,681	2	7,52	1
2	0,681	3	7,51	1
2	0,681	1	7,51	2
2	0,681	2	7,51	2
2	0,681	3	7,52	2
2	0,681	1	7,51	3
2	0,681	2	7,51	3
2	0,681	3	7,52	3
2	0,681	1	7,52	4
2	0,681	2	7,51	4
2	0,681	3	7,52	4
2	0,681	1	7,52	5
2	0,681	2	7,52	5
2	0,681	3	7,53	5
2	0,681	1	7,52	6
2	0,681	2	7,53	6
2	0,681	3	7,52	6
2	0,896	1	7,51	1
2	0,896	2	7,51	1
2	0,896	3	7,52	1
2	0,896	1	7,52	2
2	0,896	2	7,52	2
2	0,896	3	7,51	2
2	0,896	1	7,51	3
2	0,896	2	7,51	3
2	0,896	3	7,51	3
2	0,896	1	7,51	4
2	0,896	2	7,52	4
2	0,896	3	7,51	4
2	0,896	1	7,51	5
2	0,896	2	7,51	5

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
2	0,896	3	7,51	5
2	0,896	1	7,51	6
2	0,896	2	7,51	6
2	0,896	3	7,52	6
2	1,111	1	7,5	1
2	1,111	2	7,51	1
2	1,111	3	7,51	1
2	1,111	1	7,51	2
2	1,111	2	7,5	2
2	1,111	3	7,51	2
2	1,111	1	7,51	3
2	1,111	2	7,5	3
2	1,111	3	7,5	3
2	1,111	1	7,5	4
2	1,111	2	7,51	4
2	1,111	3	7,5	4
2	1,111	1	7,5	5
2	1,111	2	7,51	5
2	1,111	3	7,51	5
2	1,111	1	7,51	6
2	1,111	2	7,51	6
2	1,111	3	7,51	6
2	0,000	1	7,55	1
3	0,000	2	7,55	1
3	0,000	3	7,56	1
3	0,000	1	7,56	2
3	0,000	2	7,57	2
3	0,000	3	7,56	2
3	0,000	1	7,58	3
3	0,000	2	7,55	3
3	0,000	3	7,58	3
3	0,000	1	7,58	4
3	0,000	2	7,55	4
3	0,000	3	7,55	4
3	0,000	1	7,55	5
3	0,000	2	7,56	5
3	0,000	3	7,56	5
3	0,000	1	7,58	6
3	0,000	2	7,56	6
3	0,000	3	7,56	6

3	0,000	1	7,55	7
3	0,000	2	7,56	7
3	0,000	3	7,56	7

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
3	0,000	1	7,56	8
3	0,000	2	7,56	8
3	0,000	3	7,56	8
3	0,000	1	7,55	9
3	0,000	2	7,56	9
3	0,000	3	7,57	9
3	0,000	1	7,57	10
3	0,000	2	7,55	10
3	0,000	3	7,56	10
3	0,000	1	7,57	11
3	0,000	2	7,58	11
3	0,000	3	7,56	11
3	0,000	1	7,58	12
3	0,000	2	7,56	12
3	0,000	3	7,57	12
3	0,000	1	7,55	14
3	0,000	2	7,56	14
3	0,000	3	7,57	14
3	0,000	1	7,55	16
3	0,000	2	7,56	16
3	0,000	3	7,55	16
3	0,000	1	7,56	18
3	0,000	2	7,56	18
3	0,000	3	7,56	18
3	0,000	1	7,57	20
3	0,000	2	7,56	20
3	0,000	3	7,57	20
3	0,000	1	7,58	22
3	0,000	2	7,55	22
3	0,000	3	7,58	22
3	0,000	1	7,55	24
3	0,000	2	7,58	24
3	0,000	3	7,57	24
3	0,000	1	7,56	27
3	0,000	2	7,55	27
3	0,000	3	7,55	27

3	0,000	1	7,55	30
3	0,000	2	7,54	30
3	0,000	3	7,55	30
3	0,000	1	7,55	33
3	0,000	2	7,55	33
3	0,000	3	7,56	33
3	0,000	1	7,56	36

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
3	0,000	2	7,55	36
3	0,000	3	7,56	36
3	0,000	1	7,56	40
3	0,000	2	7,55	40
3	0,000	3	7,56	40
3	0,000	1	7,57	44
3	0,000	2	7,55	44
3	0,000	3	7,56	44
3	0,000	1	7,58	48
3	0,000	2	7,57	48
3	0,000	3	7,55	48
3	0,036	1	7,56	1
3	0,036	2	7,54	1
3	0,036	3	7,54	1
3	0,036	1	7,54	2
3	0,036	2	7,54	2
3	0,036	3	7,55	2
3	0,036	1	7,54	3
3	0,036	2	7,54	3
3	0,036	3	7,56	3
3	0,036	1	7,56	4
3	0,036	2	7,54	4
3	0,036	3	7,55	4
3	0,036	1	7,54	5
3	0,036	2	7,55	5
3	0,036	3	7,54	5
3	0,036	1	7,54	6
3	0,036	2	7,54	6
3	0,036	3	7,55	6
3	0,036	1	7,56	7
3	0,036	2	7,56	7
3	0,036	3	7,56	7
3	0,036	1	7,56	8
3	0,036	2	7,55	8

3	0,036	3	7,54	8
3	0,036	1	7,54	9
3	0,036	2	7,54	9
3	0,036	3	7,54	9
3	0,036	1	7,55	10
3	0,036	2	7,55	10
3	0,036	3	7,56	10
3	0,036	1	7,54	11
3	0,036	2	7,55	11

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
3	0,036	3	7,53	11
3	0,036	1	7,56	12
3	0,036	2	7,54	12
3	0,036	3	7,56	12
3	0,036	1	7,55	14
3	0,036	2	7,55	14
3	0,036	3	7,55	14
3	0,036	1	7,54	16
3	0,036	2	7,54	16
3	0,036	3	7,55	16
3	0,036	1	7,56	18
3	0,036	2	7,55	18
3	0,036	3	7,53	18
3	0,036	1	7,56	20
3	0,036	2	7,55	20
3	0,036	3	7,55	20
3	0,036	1	7,56	22
3	0,036	2	7,54	22
3	0,036	3	7,55	22
3	0,036	1	7,55	24
3	0,036	2	7,54	24
3	0,036	3	7,55	24
3	0,036	1	7,54	27
3	0,036	2	7,56	27
3	0,036	3	7,55	27
3	0,036	1	7,54	30
3	0,036	2	7,56	30
3	0,036	3	7,54	30
3	0,036	1	7,55	33
3	0,036	2	7,54	33
3	0,036	3	7,55	33

3	0,036	1	7,55	36
3	0,036	2	7,54	36
3	0,036	3	7,55	36
3	0,036	1	7,56	40
3	0,036	2	7,53	40
3	0,036	3	7,53	40
3	0,036	1	7,54	44
3	0,036	2	7,54	44
3	0,036	3	7,54	44
3	0,036	1	7,55	48
3	0,036	2	7,56	48
3	0,036	3	7,54	48

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
3	0,251	1	7,53	1
3	0,251	2	7,54	1
3	0,251	3	7,53	1
3	0,251	1	7,53	2
3	0,251	2	7,53	2
3	0,251	3	7,53	2
3	0,251	1	7,53	3
3	0,251	2	7,53	3
3	0,251	3	7,54	3
3	0,251	1	7,54	4
3	0,251	2	7,54	4
3	0,251	3	7,53	4
3	0,251	1	7,53	5
3	0,251	2	7,53	5
3	0,251	3	7,54	5
3	0,251	1	7,55	6
3	0,251	2	7,54	6
3	0,251	3	7,54	6
3	0,251	1	7,54	7
3	0,251	2	7,54	7
3	0,251	3	7,54	7
3	0,251	1	7,54	8
3	0,251	2	7,54	8
3	0,251	3	7,55	8
3	0,251	1	7,53	9
3	0,251	2	7,53	9
3	0,251	3	7,54	9
3	0,251	1	7,54	10

3	0,251	2	7,55	10
3	0,251	3	7,55	10
3	0,251	1	7,55	11
3	0,251	2	7,55	11
3	0,251	3	7,54	11
3	0,251	1	7,55	12
3	0,251	2	7,55	12
3	0,251	3	7,55	12
3	0,251	1	7,55	14
3	0,251	2	7,55	14
3	0,251	3	7,55	14
3	0,251	1	7,55	16
3	0,251	2	7,54	16
3	0,251	3	7,55	16
3	0,251	1	7,55	18

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
3	0,251	2	7,55	18
3	0,251	3	7,55	18
3	0,251	1	7,55	20
3	0,251	2	7,55	20
3	0,251	3	7,53	20
3	0,251	1	7,54	22
3	0,251	2	7,55	22
3	0,251	3	7,53	22
3	0,251	1	7,53	24
3	0,251	2	7,55	24
3	0,251	3	7,54	24
3	0,251	1	7,53	27
3	0,251	2	7,53	27
3	0,251	3	7,53	27
3	0,251	1	7,54	30
3	0,251	2	7,55	30
3	0,251	3	7,54	30
3	0,251	1	7,55	33
3	0,251	2	7,53	33
3	0,251	3	7,55	33
3	0,251	1	7,54	36
3	0,251	2	7,55	36
3	0,251	3	7,55	36
3	0,251	1	7,55	40
3	0,251	2	7,54	40

3	0,251	3	7,54	40
3	0,251	1	7,53	44
3	0,251	2	7,53	44
3	0,251	3	7,54	44
3	0,251	1	7,55	48
3	0,251	2	7,54	48
3	0,251	3	7,54	48
3	0,466	1	7,52	1
3	0,466	2	7,52	1
3	0,466	3	7,52	1
3	0,466	1	7,53	2
3	0,466	2	7,52	2
3	0,466	3	7,52	2
3	0,466	1	7,53	3
3	0,466	2	7,53	3
3	0,466	3	7,52	3
3	0,466	1	7,53	4
3	0,466	2	7,52	4

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
3	0,466	3	7,52	4
3	0,466	1	7,51	5
3	0,466	2	7,52	5
3	0,466	3	7,53	5
3	0,466	1	7,52	6
3	0,466	2	7,52	6
3	0,466	3	7,53	6
3	0,466	1	7,52	7
3	0,466	2	7,51	7
3	0,466	3	7,52	7
3	0,466	1	7,51	8
3	0,466	2	7,52	8
3	0,466	3	7,52	8
3	0,466	1	7,53	9
3	0,466	2	7,52	9
3	0,466	3	7,51	9
3	0,466	1	7,52	10
3	0,466	2	7,51	10
3	0,466	3	7,52	10
3	0,466	1	7,51	11
3	0,466	2	7,52	11
3	0,466	3	7,53	11
3	0,466	1	7,53	12

3	0,466	2	7,53	12
3	0,466	3	7,52	12
3	0,466	1	7,51	14
3	0,466	2	7,51	14
3	0,466	3	7,52	14
3	0,466	1	7,52	16
3	0,466	2	7,53	16
3	0,466	3	7,51	16
3	0,466	1	7,52	18
3	0,466	2	7,53	18
3	0,466	3	7,52	18
3	0,466	1	7,53	20
3	0,466	2	7,52	20
3	0,466	3	7,52	20
3	0,466	1	7,53	22
3	0,466	2	7,51	22
3	0,466	3	7,53	22
3	0,466	1	7,53	24
3	0,466	2	7,52	24
3	0,466	3	7,52	24

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
3	0,466	1	7,52	27
3	0,466	2	7,52	27
3	0,466	3	7,53	27
3	0,466	1	7,52	30
3	0,466	2	7,52	30
3	0,466	3	7,52	30
3	0,466	1	7,53	33
3	0,466	2	7,52	33
3	0,466	3	7,51	33
3	0,466	1	7,52	36
3	0,466	2	7,52	36
3	0,466	3	7,53	36
3	0,466	1	7,51	40
3	0,466	2	7,52	40
3	0,466	3	7,53	40
3	0,466	1	7,52	44
3	0,466	2	7,53	44
3	0,466	3	7,51	44
3	0,466	1	7,52	48

3	0,466	2	7,52	48
3	0,466	3	7,52	48
3	0,681	1	7,51	1
3	0,681	2	7,51	1
3	0,681	3	7,52	1
3	0,681	1	7,52	2
3	0,681	2	7,52	2
3	0,681	3	7,52	2
3	0,681	1	7,52	3
3	0,681	2	7,51	3
3	0,681	3	7,51	3
3	0,681	1	7,52	4
3	0,681	2	7,52	4
3	0,681	3	7,51	4
3	0,681	1	7,52	5
3	0,681	2	7,52	5
3	0,681	3	7,52	5
3	0,681	1	7,52	6
3	0,681	2	7,51	6
3	0,681	3	7,52	6
3	0,896	1	7,51	1
3	0,896	2	7,52	1
3	0,896	3	7,52	1
3	0,896	1	7,51	2

Continuación Anexo K.

Experimento	Concentración	Réplica	Oxígeno disuelto (mg/L)	Hora Experimental
3	0,896	2	7,52	2
3	0,896	3	7,52	2
3	0,896	1	7,52	3
3	0,896	2	7,53	3
3	0,896	3	7,53	3
3	0,896	1	7,52	4
3	0,896	2	7,51	4
3	0,896	3	7,52	4
3	0,896	1	7,51	5
3	0,896	2	7,52	5
3	0,896	3	7,52	5
3	0,896	1	7,51	6
3	0,896	2	7,51	6
3	0,896	3	7,51	6

3	1,111	1	7,5	1
3	1,111	2	7,5	1
3	1,111	3	7,5	1
3	1,111	1	7,5	2
3	1,111	2	7,51	2
3	1,111	3	7,5	2
3	1,111	1	7,52	3
3	1,111	2	7,5	3
3	1,111	3	7,51	3
3	1,111	1	7,51	4
3	1,111	2	7,5	4
3	1,111	3	7,52	4
3	1,111	1	7,51	5
3	1,111	2	7,5	5
3	1,111	3	7,51	5
3	1,111	1	7,5	6
3	1,111	2	7,5	6
3	1,111	3	7,50	6

Anexo.L. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Oxígeno Disuelto.

Concentración	Réplica	Hora	Oxígeno Disuelto			Promedio	D.S	E.S	CV%
			(mg/L)						
0	1	1	7,58	7,58	7,55				
0	2	1	7,55	7,55	7,55				
0	3	1	7,56	7,58	7,56	7,5622222	0,013944	0,004648	0,0614648
0	1	2	7,55	7,57	7,56				
0	2	2	7,57	7,58	7,57				
0	3	2	7,58	7,56	7,56	7,5666666	0,01	0,003333	0,0440528
0	1	3	7,55	7,56	7,58				
0	2	3	7,57	7,56	7,55				
0	3	3	7,55	7,55	7,58	7,5611111	0,012692	0,004230	0,0559571

0	1	4	7,55	7,56	7,58				
0	2	4	7,55	7,56	7,55				
0	3	4	7,58	7,55	7,55	7,5588888	0,012692	0,004230	0,0559736
0	1	5	7,56	7,56	7,55				
0	2	5	7,55	7,55	7,56				
0	3	5	7,58	7,56	7,56	7,5588888	0,009279	0,003093	0,0409213
0	1	6	7,56	7,58	7,58				
0	2	6	7,55	7,57	7,56				
0	3	6	7,57	7,54	7,56	7,5633333	0,013228	0,004409	0,0583021
0	1	7	7,57	7,56	7,55				
0	2	7	7,58	7,58	7,56				
0	3	7	7,58	7,55	7,56	7,5655555	0,012360	0,004120	0,0544587
0	1	8	7,57	7,56	7,56				
0	2	8	7,58	7,56	7,56				
0	3	8	7,55	7,55	7,56	7,5611111	0,009279	0,003093	0,0409093
0	1	9	7,55	7,56	7,55				
0	2	9	7,57	7,55	7,56				
0	3	9	7,58	7,56	7,57	7,5611111	0,010540	0,003513	0,0464699
0	1	10	7,57	7,57	7,57				
0	2	10	7,58	7,58	7,55				
0	3	10	7,57	7,55	7,56	7,5666666	0,011180	0,003726	0,0492526
0	1	11	7,56	7,55	7,57				
0	2	11	7,57	7,58	7,58				
0	3	11	7,58	7,57	7,56	7,5688888	0,010540	0,003513	0,0464221
0	1	12	7,56	7,55	7,58				
0	2	12	7,58	7,58	7,56				
0	3	12	7,55	7,55	7,57	7,5644444	0,013333	0,004444	0,0587544

Continuación Anexo L.

Concentración	Réplica	Hora	Oxígeno Disuelto			Promedio	D.S	E.S	CV%
			(mg/L)						
0	1	14	7,56	7,55	7,55				
0	2	14	7,58	7,56	7,56				
0	3	14	7,56	7,56	7,57	7,5611111	0,009279	0,003093	0,0409093
0	1	16	7,55	7,55	7,55				
0	2	16	7,55	7,56	7,56				
0	3	16	7,55	7,57	7,55	7,5544444	0,007264	0,002421	0,0320554
0	1	18	7,56	7,58	7,56				
0	2	18	7,55	7,55	7,56				
0	3	18	7,57	7,55	7,56	7,56	0,01	0,003333	0,0440917
0	1	20	7,57	7,55	7,57	7,5611111	0,009279	0,003093	0,0409093

0	2	20	7,55	7,56	7,56				
0	3	20	7,55	7,57	7,57				
0	1	22	7,58	7,58	7,58				
0	2	22	7,58	7,58	7,55				
0	3	22	7,58	7,58	7,58	7,5766666	0,01	0,0033333	0,0439947
0	1	24	7,57	7,58	7,55				
0	2	24	7,55	7,55	7,58				
0	3	24	7,55	7,57	7,57	7,5633333	0,013228	0,004409	0,0583021
0	1	27	7,56	7,55	7,56				
0	2	27	7,55	7,56	7,55				
0	3	27	7,56	7,55	7,55	7,5544444	0,005270	0,001756	0,0232554
0	1	30	7,56	7,57	7,55				
0	2	30	7,57	7,55	7,54				
0	3	30	7,57	7,55	7,55	7,5566666	0,011180	0,003726	0,0493177
0	1	33	7,57	7,55	7,55				
0	2	33	7,57	7,55	7,55				
0	3	33	7,56	7,58	7,56	7,56	0,011180	0,003726	0,0492960
0	1	36	7,58	7,55	7,56				
0	2	36	7,58	7,58	7,55				
0	3	36	7,56	7,56	7,56	7,5644444	0,012360	0,004120	0,0544667
0	1	40	7,56	7,56	7,56				
0	2	40	7,58	7,57	7,55				
0	3	40	7,55	7,58	7,56	7,5633333	0,011180	0,003726	0,0492743
0	1	44	7,56	7,58	7,57				
0	2	44	7,55	7,55	7,55				
0	3	44	7,58	7,55	7,56	7,5611111	0,012692	0,004230	0,0559571
0	1	48	7,58	7,57	7,58				
0	2	48	7,56	7,55	7,57				
0	3	48	7,58	7,55	7,55	7,5655555	0,013333	0,004444	0,0587457
0,036	1	1	7,54	7,55	7,56				
0,036	2	1	7,54	7,56	7,54				
0,036	3	1	7,54	7,54	7,54	7,5455555	0,008819	0,002939	0,0389596

Continuación Anexo L.

Concentración	Réplica	Hora	Oxígeno Disuelto			Promedio	D.S	E.S	CV%
			(mg/L)						
0,036	1	2	7,56	7,55	7,54				
0,036	2	2	7,55	7,55	7,54				
0,036	3	2	7,54	7,55	7,55	7,5477777	0,006666	0,002222	0,0294420
0,036	1	3	7,53	7,56	7,54				
0,036	2	3	7,54	7,55	7,54				
0,036	3	3	7,55	7,56	7,56	7,5477777	0,010929	0,003643	0,0482661

0,036	1	4	7,54	7,54	7,56				
0,036	2	4	7,54	7,55	7,54				
0,036	3	4	7,56	7,55	7,55	7,5477777	0,008333	0,002777	0,0368025
0,036	1	5	7,54	7,55	7,54				
0,036	2	5	7,55	7,56	7,55				
0,036	3	5	7,54	7,55	7,54	7,5466666	0,007071	0,002357	0,0312326
0,036	1	6	7,55	7,55	7,54				
0,036	2	6	7,54	7,56	7,54				
0,036	3	6	7,54	7,55	7,55	7,5466666	0,007071	0,002357	0,0312326
0,036	1	7	7,54	7,54	7,56				
0,036	2	7	7,54	7,55	7,56				
0,036	3	7	7,54	7,54	7,56	7,5477777	0,009718	0,003239	0,0429188
0,036	1	8	7,55	7,55	7,56				
0,036	2	8	7,55	7,54	7,55				
0,036	3	8	7,55	7,56	7,54	7,55	0,007071	0,002357	0,0312188
0,036	1	9	7,55	7,55	7,54				
0,036	2	9	7,56	7,55	7,54				
0,036	3	9	7,56	7,55	7,54	7,5488888	0,007817	0,002605	0,0345188
0,036	1	10	7,56	7,55	7,55				
0,036	2	10	7,56	7,54	7,55				
0,036	3	10	7,53	7,54	7,56	7,5488888	0,010540	0,003513	0,0465451
0,036	1	11	7,54	7,54	7,54				
0,036	2	11	7,54	7,54	7,55				
0,036	3	11	7,56	7,55	7,53	7,5433333	0,008660	0,002886	0,0382689
0,036	1	12	7,55	7,55	7,56				
0,036	2	12	7,56	7,53	7,54				
0,036	3	12	7,55	7,55	7,56	7,55	0,01	0,003333	0,0441501
0,036	1	14	7,54	7,55	7,55				
0,036	2	14	7,54	7,55	7,55				
0,036	3	14	7,55	7,55	7,55	7,5477777	0,004409	0,001469	0,0194741
0,036	1	16	7,55	7,55	7,54				
0,036	2	16	7,54	7,54	7,54				
0,036	3	16	7,54	7,54	7,55	7,5433333	0,005	0,001666	0,0220945
0,036	1	18	7,55	7,54	7,56				
0,036	2	18	7,55	7,54	7,55				
0,036	3	18	7,54	7,54	7,53	7,5444444	0,008819	0,002939	0,0389654

Continuación Anexo L.

Concentración	Réplica	Hora	Oxígeno Disuelto			Promedio	D.S	E.S	CV%
			(mg/L)						
0,036	1	20	7,54	7,55	7,56				
0,036	2	20	7,54	7,56	7,55				
0,036	3	20	7,55	7,54	7,55	7,5488888	0,007817	0,002605	0,0345188

0,036	1	22	7,55	7,55	7,56				
0,036	2	22	7,53	7,54	7,54				
0,036	3	22	7,54	7,54	7,55	7,5444444	0,008819	0,002939	0,0389654
0,036	1	24	7,54	7,56	7,55				
0,036	2	24	7,55	7,55	7,54				
0,036	3	24	7,53	7,56	7,55	7,5477777	0,009718	0,003239	0,0429188
0,036	1	27	7,55	7,55	7,54				
0,036	2	27	7,54	7,55	7,56				
0,036	3	27	7,54	7,54	7,55	7,5466666	0,007071	0,002357	0,0312326
0,036	1	30	7,55	7,55	7,54				
0,036	2	30	7,56	7,54	7,56				
0,036	3	30	7,54	7,55	7,54	7,5477777	0,008333	0,002777	0,0368025
0,036	1	33	7,54	7,54	7,55				
0,036	2	33	7,54	7,54	7,54				
0,036	3	33	7,54	7,54	7,55	7,5422222	0,004409	0,001469	0,0194884
0,036	1	36	7,55	7,56	7,55				
0,036	2	36	7,55	7,54	7,54				
0,036	3	36	7,54	7,55	7,55	7,5477777	0,006666	0,002222	0,0294420
0,036	1	40	7,55	7,55	7,56				
0,036	2	40	7,54	7,55	7,53				
0,036	3	40	7,53	7,54	7,53	7,5422222	0,010929	0,003643	0,0483017
0,036	1	44	7,54	7,54	7,54				
0,036	2	44	7,55	7,55	7,54				
0,036	3	44	7,55	7,55	7,54	7,5444444	0,005270	0,001756	0,0232862
0,036	1	48	7,56	7,54	7,55				
0,036	2	48	7,56	7,55	7,56				
0,036	3	48	7,54	7,54	7,54	7,5488888	0,009279	0,003093	0,0409756
0,251	1	1	7,52	7,53	7,53				
0,251	2	1	7,53	7,53	7,54				
0,251	3	1	7,52	7,53	7,53	7,5288888	0,006009	0,002003	0,0266053
0,251	1	2	7,54	7,53	7,53				
0,251	2	2	7,54	7,53	7,53				
0,251	3	2	7,53	7,53	7,53	7,5322222	0,004409	0,001469	0,0195143
0,251	1	3	7,53	7,53	7,53				
0,251	2	3	7,53	7,54	7,53				
0,251	3	3	7,53	7,54	7,54	7,5333333	0,005	0,001666	0,0221238
0,251	1	4	7,53	7,52	7,54				
0,251	2	4	7,53	7,53	7,54				
0,251	3	4	7,52	7,53	7,53	7,53	0,007071	0,002357	0,0313017

Continuación Anexo L.

Oxígeno Disuelto									
Concentración	Réplica	Hora	(mg/L)	Promedio	D.S	E.S	CV%		

0,251	1	5	7,54	7,52	7,53				
0,251	2	5	7,54	7,53	7,53				
0,251	3	5	7,54	7,54	7,54	7,5344444	0,007264	0,002421	0,0321405
0,251	1	6	7,52	7,53	7,55				
0,251	2	6	7,55	7,52	7,54				
0,251	3	6	7,53	7,53	7,54	7,5344444	0,011303	0,003767	0,0500098
0,251	1	7	7,53	7,53	7,54				
0,251	2	7	7,53	7,53	7,54				
0,251	3	7	7,52	7,52	7,54	7,5311111	0,007817	0,002605	0,0346002
0,251	1	8	7,53	7,54	7,54				
0,251	2	8	7,53	7,53	7,54				
0,251	3	8	7,53	7,53	7,55	7,5355555	0,007264	0,002421	0,0321357
0,251	1	9	7,54	7,53	7,53				
0,251	2	9	7,52	7,54	7,53				
0,251	3	9	7,53	7,52	7,54	7,5311111	0,007817	0,002605	0,0346002
0,251	1	10	7,53	7,52	7,54				
0,251	2	10	7,53	7,53	7,55				
0,251	3	10	7,53	7,53	7,55	7,5344444	0,010137	0,003379	0,0448515
0,251	1	11	7,54	7,53	7,55				
0,251	2	11	7,54	7,52	7,55				
0,251	3	11	7,53	7,54	7,54	7,5377777	0,009718	0,003239	0,0429757
0,251	1	12	7,52	7,53	7,55				
0,251	2	12	7,54	7,52	7,55				
0,251	3	12	7,54	7,54	7,55	7,5377777	0,012018	0,004006	0,0531478
0,251	1	14	7,54	7,53	7,55				
0,251	2	14	7,53	7,54	7,55				
0,251	3	14	7,53	7,53	7,55	7,5388888	0,009279	0,003093	0,0410299
0,251	1	16	7,54	7,53	7,55				
0,251	2	16	7,55	7,53	7,54				
0,251	3	16	7,54	7,53	7,55	7,54	0,008660	0,002886	0,0382858
0,251	1	18	7,53	7,52	7,55				
0,251	2	18	7,53	7,53	7,55				
0,251	3	18	7,55	7,53	7,55	7,5377777	0,012018	0,004006	0,0531478
0,251	1	20	7,53	7,54	7,55				
0,251	2	20	7,55	7,53	7,55				
0,251	3	20	7,53	7,54	7,53	7,5388888	0,009279	0,003093	0,0410299
0,251	1	22	7,54	7,52	7,54				
0,251	2	22	7,55	7,52	7,55				
0,251	3	22	7,53	7,54	7,53	7,5355555	0,011303	0,003767	0,0500024
0,251	1	24	7,53	7,52	7,53				
0,251	2	24	7,52	7,53	7,55				
0,251	3	24	7,53	7,53	7,54	7,5311111	0,009279	0,003093	0,0410723

Continuación Anexo L.

Concentración	Réplica	Hora	Oxígeno Disuelto			Promedio	D.S	E.S	CV%
			(mg/L)						
0,251	1	27	7,53	7,53	7,53				
0,251	2	27	7,53	7,53	7,53				
0,251	3	27	7,52	7,52	7,53	7,5277777	0,004409	0,001469	0,0195258
0,251	1	30	7,53	7,53	7,54				
0,251	2	30	7,53	7,55	7,55				
0,251	3	30	7,52	7,53	7,54	7,5355555	0,010137	0,003379	0,0448449
0,251	1	33	7,54	7,54	7,55				
0,251	2	33	7,54	7,53	7,53				
0,251	3	33	7,53	7,53	7,55	7,5377777	0,008333	0,002777	0,0368514
0,251	1	36	7,53	7,53	7,54				
0,251	2	36	7,53	7,53	7,55				
0,251	3	36	7,53	7,53	7,55	7,5355555	0,008819	0,002939	0,0390113
0,251	1	40	7,54	7,54	7,55				
0,251	2	40	7,53	7,53	7,54				
0,251	3	40	7,53	7,53	7,54	7,5366666	0,007071	0,002357	0,0312740
0,251	1	44	7,53	7,54	7,53				
0,251	2	44	7,53	7,53	7,53				
0,251	3	44	7,53	7,53	7,54	7,5322222	0,004409	0,001469	0,0195143
0,251	1	48	7,53	7,53	7,55				
0,251	2	48	7,53	7,53	7,54				
0,251	3	48	7,53	7,54	7,54	7,5355555	0,007264	0,002421	0,0321357
0,466	1	1	7,52	7,52	7,52				
0,466	2	1	7,51	7,51	7,52				
0,466	3	1	7,52	7,52	7,52	7,5177777	0,004409	0,001469	0,0195518
0,466	1	2	7,52	7,52	7,53				
0,466	2	2	7,51	7,51	7,52				
0,466	3	2	7,53	7,51	7,52	7,5188888	0,007817	0,002605	0,0346565
0,466	1	3	7,52	7,52	7,53				
0,466	2	3	7,51	7,51	7,53				
0,466	3	3	7,52	7,52	7,52	7,52	0,007071	0,002357	0,0313433
0,466	1	4	7,52	7,52	7,53				
0,466	2	4	7,51	7,51	7,52				
0,466	3	4	7,51	7,51	7,52	7,5166666	0,007071	0,002357	0,0313572
0,466	1	5	7,51	7,51	7,51				
0,466	2	5	7,52	7,52	7,52				
0,466	3	5	7,52	7,52	7,53	7,5177777	0,006666	0,002222	0,0295595
0,466	1	6	7,52	7,52	7,52				
0,466	2	6	7,52	7,52	7,52				
0,466	3	6	7,53	7,53	7,53	7,5233333	0,005	0,001666	0,0221533
0,466	1	7	7,51	7,51	7,52				
0,466	2	7	7,51	7,51	7,51	7,5144444	0,007264	0,002421	0,0322260

0,466	3	7	7,51	7,53	7,52
-------	---	---	------	------	------

Continuación Anexo L.

Concentración	Réplica	Hora	Oxígeno Disuelto (mg/L)			Promedio	D.S	E.S	CV%
0,466	1	8	7,52	7,53	7,51				
0,466	2	8	7,51	7,52	7,52				
0,466	3	8	7,52	7,53	7,52	7,52	0,007071	0,002357	0,0313433
0,466	1	9	7,52	7,53	7,53				
0,466	2	9	7,52	7,53	7,52				
0,466	3	9	7,52	7,52	7,51	7,5222222	0,006666	0,002222	0,0295421
0,466	1	10	7,51	7,51	7,52				
0,466	2	10	7,52	7,52	7,51				
0,466	3	10	7,52	7,52	7,52	7,5166666	0,005	0,001666	0,0221729
0,466	1	11	7,52	7,51	7,51				
0,466	2	11	7,52	7,52	7,52				
0,466	3	11	7,52	7,51	7,53	7,5177777	0,006666	0,002222	0,0295595
0,466	1	12	7,52	7,52	7,53				
0,466	2	12	7,51	7,51	7,53				
0,466	3	12	7,51	7,52	7,52	7,5188888	0,007817	0,002605	0,0346565
0,466	1	14	7,51	7,52	7,51				
0,466	2	14	7,52	7,52	7,51				
0,466	3	14	7,52	7,51	7,52	7,5155555	0,005270	0,001756	0,0233758
0,466	1	16	7,52	7,52	7,52				
0,466	2	16	7,52	7,51	7,53				
0,466	3	16	7,53	7,51	7,51	7,5188888	0,007817	0,002605	0,0346565
0,466	1	18	7,51	7,52	7,52				
0,466	2	18	7,51	7,52	7,53				
0,466	3	18	7,52	7,51	7,52	7,5177777	0,006666	0,002222	0,0295596
0,466	1	20	7,52	7,52	7,53				
0,466	2	20	7,51	7,52	7,52				
0,466	3	20	7,52	7,51	7,52	7,5188888	0,006009	0,002003	0,0266406
0,466	1	22	7,52	7,51	7,53				
0,466	2	22	7,51	7,51	7,51				
0,466	3	22	7,52	7,52	7,53	7,5177777	0,008333	0,002777	0,0369494
0,466	1	24	7,53	7,52	7,53				
0,466	2	24	7,52	7,52	7,52				
0,466	3	24	7,53	7,52	7,52	7,5233333	0,005	0,001666	0,0221533
0,466	1	27	7,51	7,52	7,52				
0,466	2	27	7,52	7,52	7,52				
0,466	3	27	7,52	7,51	7,53	7,5188888	0,006009	0,002003	0,0266406
0,466	1	30	7,52	7,51	7,52	7,5188888	0,006009	0,002003	0,0266406

0,466	2	30	7,51	7,52	7,52				
0,466	3	30	7,52	7,53	7,52				
0,466	1	33	7,53	7,51	7,53				
0,466	2	33	7,52	7,51	7,52				
0,466	3	33	7,52	7,51	7,51	7,5177777	0,008333	0,002777	0,0369494

Continuación Anexo L.

Concentración	Réplica	Hora	Oxígeno Disuelto			Promedio	D.S	E.S	CV%
			(mg/L)						
0,466	1	36	7,52	7,52	7,52				
0,466	2	36	7,51	7,51	7,52				
0,466	3	36	7,51	7,52	7,53	7,5177777	0,006666	0,002222	0,0295595
0,466	1	40	7,53	7,52	7,51				
0,466	2	40	7,51	7,51	7,52				
0,466	3	40	7,53	7,53	7,53	7,5211111	0,009279	0,003093	0,0411269
0,466	1	44	7,52	7,52	7,52				
0,466	2	44	7,52	7,51	7,53				
0,466	3	44	7,52	7,51	7,51	7,5177777	0,006666	0,002222	0,0295595
0,466	1	48	7,52	7,51	7,52				
0,466	2	48	7,52	7,52	7,52				
0,466	3	48	7,52	7,51	7,52	7,5177777	0,004409	0,001469	0,0195518
0,681	1	1	7,53	7,53	7,51				
0,681	2	1	7,51	7,52	7,51				
0,681	3	1	7,52	7,51	7,52	7,5177777	0,008333	0,002777	0,0369494
0,681	1	2	7,54	7,51	7,52				
0,681	2	2	7,54	7,51	7,52				
0,681	3	2	7,53	7,52	7,52	7,5233333	0,011180	0,003726	0,0495362
0,681	1	3	7,53	7,51	7,52				
0,681	2	3	7,53	7,51	7,51				
0,681	3	3	7,53	7,52	7,51	7,5188888	0,009279	0,003093	0,0411390
0,681	1	4	7,52	7,52	7,52				
0,681	2	4	7,52	7,51	7,52				
0,681	3	4	7,52	7,52	7,51	7,5177777	0,004409	0,001469	0,0195518
0,681	1	5	7,53	7,52	7,52				
0,681	2	5	7,53	7,52	7,52				
0,681	3	5	7,53	7,53	7,52	7,5244444	0,005270	0,001756	0,0233481
0,681	1	6	7,52	7,52	7,52				
0,681	2	6	7,53	7,53	7,51				
0,681	3	6	7,52	7,52	7,52	7,5211111	0,006009	0,002003	0,0266328
0,896	1	1	7,52	7,51	7,51				
0,896	2	1	7,51	7,51	7,52				
0,896	3	1	7,51	7,52	7,52	7,5144444	0,005270	0,001756	0,0233792
0,896	1	2	7,51	7,52	7,51	7,5155555	0,005270	0,001756	0,0233758

0,896	2	2	7,52	7,52	7,52				
0,896	3	2	7,51	7,51	7,52				
0,896	1	3	7,51	7,51	7,52				
0,896	2	3	7,52	7,51	7,53				
0,896	3	3	7,51	7,51	7,53	7,5166666	0,008660	0,002886	0,0384046
0,896	1	4	7,52	7,51	7,52				
0,896	2	4	7,51	7,52	7,51				
0,896	3	4	7,51	7,51	7,52	7,5144444	0,005270	0,001756	0,0233792

Continuación Anexo L.

Concentración	Réplica	Hora	Oxígeno Disuelto			Promedio	D.S	E.S	CV%
			(mg/L)						
0,896	1	5	7,51	7,51	7,51				
0,896	2	5	7,51	7,51	7,52				
0,896	3	5	7,52	7,51	7,52	7,5133333	0,005	0,001666	0,0221827
0,896	1	6	5,51	7,51	7,51				
0,896	2	6	7,52	7,51	7,51				
0,896	3	6	7,51	7,52	7,51	7,29	0,667514	0,222504	3,0521904
1,111	1	1	7,5	7,5	7,5				
1,111	2	1	7,51	7,51	7,5				
1,111	3	1	7,5	7,51	7,5	7,5033333	0,005	0,001666	0,0222123
1,111	1	2	7,51	7,51	7,5				
1,111	2	2	7,51	7,5	7,51				
1,111	3	2	7,5	7,51	7,5	7,5055555	0,005270	0,001756	0,0234069
1,111	1	3	7,5	7,51	7,52				
1,111	2	3	7,5	7,5	7,5				
1,111	3	3	7,51	7,5	7,51	7,5055555	0,007264	0,002421	0,0322642
1,111	1	4	7,51	7,5	7,51				
1,111	2	4	7,51	7,51	7,5				
1,111	3	4	7,5	7,5	7,52	7,5066666	0,007071	0,002357	0,0313990
1,111	1	5	7,51	7,5	7,51				
1,111	2	5	7,51	7,51	7,5				
1,111	3	5	7,5	7,51	7,51	7,5066666	0,005	0,001666	0,0222024
1,111	1	6	7,51	7,51	7,5				
1,111	2	6	7,5	7,51	7,5				
1,111	3	6	7,51	7,51	7,5	7,5055555	0,005270	0,001756	0,0234069

Anexo M. Datos de la variable Amonio

Experimento	Concentración	Replica	Amonio (mg/L)	Hora Experimental
1	0,000	1	0,20	1
1	0,000	2	0,23	1
1	0,000	3	0,21	1
1	0,000	1	0,22	12
1	0,000	2	0,24	12
1	0,000	3	0,20	12
1	0,000	1	0,21	24
1	0,000	2	0,22	24
1	0,000	3	0,21	24
1	0,000	1	0,21	36
1	0,000	2	0,21	36
1	0,000	3	0,21	36
1	0,000	1	0,23	48
1	0,000	2	0,21	48
1	0,000	3	0,22	48
1	0,036	1	0,23	1
1	0,036	2	0,23	1
1	0,036	3	0,23	1
1	0,036	1	0,24	12
1	0,036	2	0,24	12
1	0,036	3	0,24	12
1	0,036	1	0,23	24
1	0,036	2	0,24	24
1	0,036	3	0,23	24
1	0,036	1	0,23	36
1	0,036	2	0,24	36
1	0,036	3	0,22	36

1	0,036	1	0,22	48
1	0,036	2	0,23	48
1	0,036	3	0,23	48
1	0,251	1	0,23	1
1	0,251	2	0,23	1
1	0,251	3	0,22	1
1	0,251	1	0,22	12
1	0,251	2	0,23	12
1	0,251	3	0,20	12
1	0,251	1	0,24	24
1	0,251	2	0,23	24
1	0,251	3	0,22	24
1	0,251	1	0,23	36
1	0,251	2	0,24	36
1	0,251	3	0,21	36

Continuación Anexo. M.

EXPERIMENTO	Concentración	Réplica	Amonio (mg/L)	Hora Experimental
1	0,251	1	0,23	48
1	0,251	2	0,23	48
1	0,251	3	0,21	48
1	0,466	1	0,23	1
1	0,466	2	0,24	1
1	0,466	3	0,24	1
1	0,466	1	0,24	12
1	0,466	2	0,23	12
1	0,466	3	0,24	12
1	0,466	1	0,23	24
1	0,466	2	0,24	24
1	0,466	3	0,23	24
1	0,466	1	0,23	36
1	0,466	2	0,22	36
1	0,466	3	0,24	36
1	0,466	1	0,21	48
1	0,466	2	0,23	48
1	0,466	3	0,24	48
1	0,681	1	0,23	1
1	0,681	2	0,23	1
1	0,681	3	0,24	1
1	0,896	1	0,24	1
1	0,896	2	0,24	1
1	0,896	3	0,23	1
1	1,111	1	0,22	1

1	1,111	2	0,23	1
1	1,111	3	0,22	1
2	0,000	1	0,21	1
2	0,000	2	0,21	1
2	0,000	3	0,22	1
2	0,000	1	0,23	12
2	0,000	2	0,24	12
2	0,000	3	0,23	12
2	0,000	1	0,21	24
2	0,000	2	0,22	24
2	0,000	3	0,22	24
2	0,000	1	0,24	36
2	0,000	2	0,23	36
2	0,000	3	0,23	36
2	0,000	1	0,22	48
2	0,000	2	0,23	48
2	0,000	3	0,21	48
2	0,036	1	0,21	1

Continuación Anexo. M.

EXPERIMENTO	Concentración	Réplica	Amonio (mg/L)	Hora Experimental
2	0,036	2	0,23	1
2	0,036	3	0,24	1
2	0,036	1	0,21	12
2	0,036	2	0,22	12
2	0,036	3	0,21	12
2	0,036	1	0,20	24
2	0,036	2	0,23	24
2	0,036	3	0,23	24
2	0,036	1	0,21	36
2	0,036	2	0,23	36
2	0,036	3	0,21	36
2	0,036	1	0,23	48
2	0,036	2	0,20	48
2	0,036	3	0,22	48
2	0,251	1	0,23	1
2	0,251	2	0,22	1
2	0,251	3	0,21	1
2	0,251	1	0,22	12
2	0,251	2	0,23	12
2	0,251	3	0,24	12
2	0,251	1	0,23	24
2	0,251	2	0,24	24
2	0,251	3	0,24	24
2	0,251	1	0,21	36

2	0,251	2	0,23	36
2	0,251	3	0,22	36
2	0,251	1	0,21	48
2	0,251	2	0,23	48
2	0,251	3	0,23	48
2	0,466	1	0,23	1
2	0,466	2	0,24	1
2	0,466	3	0,21	1
2	0,466	1	0,21	12
2	0,466	2	0,22	12
2	0,466	3	0,20	12
2	0,466	1	0,21	24
2	0,466	2	0,23	24
2	0,466	3	0,22	24
2	0,466	1	0,24	36
2	0,466	2	0,21	36
2	0,466	3	0,21	36
2	0,466	1	0,20	48
2	0,466	2	0,20	48

Continuación Anexo. M.

Experimento	Concentración	Réplica	Amonio (mg/L)	Hora Experimental
2	0,466	3	0,23	48
2	0,681	1	0,21	1
2	0,681	2	0,24	1
2	0,681	3	0,23	1
2	0,896	1	0,24	1
2	0,896	2	0,23	1
2	0,896	3	0,22	1
2	1,111	1	0,23	1
2	1,111	2	0,23	1
2	1,111	3	0,22	1
3	0,000	1	0,22	1
3	0,000	2	0,22	1
3	0,000	3	0,20	1
3	0,000	1	0,21	12
3	0,000	2	0,21	12
3	0,000	3	0,20	12
3	0,000	1	0,21	24
3	0,000	2	0,24	24
3	0,000	3	0,23	24
3	0,000	1	0,23	36

3	0,000	2	0,23	36
3	0,000	3	0,21	36
3	0,000	1	0,23	48
3	0,000	2	0,23	48
3	0,000	3	0,24	48
3	0,036	1	0,23	1
3	0,036	2	0,23	1
3	0,036	3	0,23	1
3	0,036	1	0,21	12
3	0,036	2	0,23	12
3	0,036	3	0,23	12
3	0,036	1	0,24	24
3	0,036	2	0,23	24
3	0,036	3	0,22	24
3	0,036	1	0,23	36
3	0,036	2	0,23	36
3	0,036	3	0,21	36
3	0,036	1	0,23	48
3	0,036	2	0,23	48
3	0,036	3	0,23	48
3	0,251	1	0,21	1
3	0,251	2	0,22	1
3	0,251	3	0,21	1

Continuación Anexo M.

Experimento	Concentración	Réplica	Amonio (mg/L)	Hora Experimental
3	0,251	1	0,21	12
3	0,251	2	0,24	12
3	0,251	3	0,21	12
3	0,251	1	0,23	24
3	0,251	2	0,23	24
3	0,251	3	0,22	24
3	0,251	1	0,21	36
3	0,251	2	0,23	36
3	0,251	3	0,21	36
3	0,251	1	0,20	48
3	0,251	2	0,23	48
3	0,251	3	0,22	48
3	0,466	1	0,21	1
3	0,466	2	0,23	1
3	0,466	3	0,21	1
3	0,466	1	0,22	12

3	0,466	2	0,23	12
3	0,466	3	0,21	12
3	0,466	1	0,23	24
3	0,466	2	0,24	24
3	0,466	3	0,23	24
3	0,466	1	0,22	36
3	0,466	2	0,23	36
3	0,466	3	0,22	36
3	0,466	1	0,23	48
3	0,466	2	0,23	48
3	0,466	3	0,23	48
3	0,681	1	0,22	1
3	0,681	2	0,21	1
3	0,681	3	0,23	1
3	0,896	1	0,21	1
3	0,896	2	0,21	1
3	0,896	3	0,22	1
3	1,111	1	0,23	1
3	1,111	2	0,21	1
3	1,111	3	0,22	1

Anexo N. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Amonio.

Concentración	Réplica	Hora	Amonio (mg/L)			Promedio	DS	ES	CV
0	1	1	0,20	0,21	0,22				
0	2	1	0,23	0,21	0,22				
0	3	1	0,21	0,22	0,20	0,213	0,0100	0,0033	1,5625
0	1	12	0,22	0,23	0,21				
0	2	12	0,24	0,24	0,21				
0	3	12	0,20	0,23	0,20	0,220	0,0158	0,0053	2,3957
0	1	24	0,21	0,21	0,21				
0	2	24	0,22	0,22	0,24				
0	3	24	0,21	0,22	0,23	0,219	0,0105	0,0035	1,6052
0	1	36	0,21	0,24	0,23				
0	2	36	0,21	0,23	0,23				
0	3	36	0,21	0,23	0,21	0,222	0,0120	0,0040	1,8028

0	1	48	0,23	0,22	0,23				
0	2	48	0,21	0,23	0,23				
0	3	48	0,22	0,21	0,24	0,224	0,0101	0,0034	1,5056
0,036	1	1	0,23	0,21	0,23				
0,036	2	1	0,23	0,23	0,23				
0,036	3	1	0,23	0,24	0,23	0,229	0,0078	0,0026	1,1385
0,036	1	12	0,24	0,21	0,21				
0,036	2	12	0,24	0,22	0,23				
0,036	3	12	0,24	0,21	0,23	0,226	0,0133	0,0044	1,9704
0,036	1	24	0,23	0,20	0,24				
0,036	2	24	0,24	0,23	0,23				
0,036	3	24	0,23	0,23	0,22	0,228	0,0120	0,0040	1,7588
0,036	1	36	0,23	0,21	0,23				
0,036	2	36	0,24	0,23	0,23				
0,036	3	36	0,22	0,21	0,21	0,223	0,0112	0,0037	1,6687
0,036	1	48	0,22	0,23	0,23				
0,036	2	48	0,23	0,20	0,23				
0,036	3	48	0,23	0,22	0,23	0,224	0,0101	0,0034	1,5056
0,251	1	1	0,23	0,23	0,21				
0,251	2	1	0,23	0,22	0,22				
0,251	3	1	0,22	0,21	0,21	0,220	0,0087	0,0029	1,3122
0,251	1	12	0,22	0,22	0,21				
0,251	2	12	0,23	0,23	0,24				
0,251	3	12	0,20	0,24	0,21	0,222	0,0139	0,0046	2,0917
0,251	1	24	0,24	0,23	0,23				
0,251	2	24	0,23	0,24	0,23				
0,251	3	24	0,22	0,24	0,22	0,231	0,0078	0,0026	1,1275

Continuación Anexo N.

Concentración	Réplica	Hora	Amonio (mg/L)			Promedio	DS	ES	CV
0,251	1	36	0,23	0,21	0,21				
0,251	2	36	0,24	0,23	0,23				
0,251	3	36	0,21	0,22	0,21	0,221	0,0117	0,0039	1,7588
0,251	1	48	0,23	0,21	0,20				
0,251	2	48	0,23	0,23	0,23				
0,251	3	48	0,21	0,23	0,22	0,221	0,0117	0,0039	1,7588
0,466	1	1	0,23	0,23	0,21				
0,466	2	1	0,24	0,24	0,23				
0,466	3	1	0,24	0,21	0,21	0,227	0,0132	0,0044	1,9454
0,466	1	12	0,24	0,21	0,22				
0,466	2	12	0,23	0,22	0,23	0,222	0,0139	0,0046	2,0917

0,466	3	12	0,24	0,20	0,21				
0,466	1	24	0,23	0,21	0,23				
0,466	2	24	0,24	0,23	0,24				
0,466	3	24	0,23	0,22	0,23	0,229	0,0093	0,0031	1,3514
0,466	1	36	0,23	0,24	0,22				
0,466	2	36	0,22	0,21	0,23				
0,466	3	36	0,24	0,21	0,22	0,224	0,0113	0,0038	1,6788
0,466	1	48	0,21	0,20	0,23				
0,466	2	48	0,23	0,20	0,23				
0,466	3	48	0,24	0,23	0,23	0,222	0,0148	0,0049	2,2220
z0,681	1	1	0,23	0,21	0,22				
0,681	2	1	0,23	0,24	0,21				
0,681	3	1	0,24	0,23	0,23	0,227	0,0112	0,0037	1,6442
0,896	1	1	0,24	0,24	0,21				
0,896	2	1	0,24	0,23	0,21				
0,896	3	1	0,23	0,22	0,22	0,227	0,0122	0,0041	1,8011
1,111	1	1	0,22	0,23	0,23				
1,111	2	1	0,23	0,23	0,21				
1,111	3	1	0,22	0,22	0,22	0,223	0,0071	0,0024	1,0554

Anexo O. Datos de la variable Nitrito

Experimento	Concentración	Réplica	Nitrito (mg/L)	Hora Experimental
1	0,000	1	0,26	1
1	0,000	2	0,24	1
1	0,000	3	0,26	1
1	0,000	1	0,25	12
1	0,000	2	0,26	12
1	0,000	3	0,23	12
1	0,000	1	0,26	24
1	0,000	2	0,23	24

1	0,000	3	0,25	24
1	0,000	1	0,25	36
1	0,000	2	0,25	36
1	0,000	3	0,26	36
1	0,000	1	0,26	48
1	0,000	2	0,26	48
1	0,000	3	0,24	48
1	0,036	1	0,25	1
1	0,036	2	0,23	1
1	0,036	3	0,23	1
1	0,036	1	0,26	12
1	0,036	2	0,23	12
1	0,036	3	0,24	12
1	0,036	1	0,26	24
1	0,036	2	0,23	24
1	0,036	3	0,25	24
1	0,036	1	0,26	36
1	0,036	2	0,24	36
1	0,036	3	0,24	36
1	0,036	1	0,23	48
1	0,036	2	0,24	48
1	0,036	3	0,23	48
1	0,251	1	0,25	1
1	0,251	2	0,25	1
1	0,251	3	0,23	1
1	0,251	1	0,26	12
1	0,251	2	0,23	12
1	0,251	3	0,26	12
1	0,251	1	0,23	24
1	0,251	2	0,25	24
1	0,251	3	0,25	24
1	0,251	1	0,26	36
1	0,251	2	0,26	36
1	0,251	3	0,24	36
1	0,251	1	0,23	48

Continuación Anexo O.

Experimento	Concentración	Réplica	Nitrito (mg/L)	Hora Experimental
1	0,251	2	0,26	48
1	0,251	3	0,24	48
1	0,466	1	0,26	1
1	0,466	2	0,25	1
1	0,466	3	0,25	1

1	0,466	1	0,26	12
1	0,466	2	0,26	12
1	0,466	3	0,23	12
1	0,466	1	0,25	24
1	0,466	2	0,25	24
1	0,466	3	0,25	24
1	0,466	1	0,26	36
1	0,466	2	0,24	36
1	0,466	3	0,26	36
1	0,466	1	0,25	48
1	0,466	2	0,25	48
1	0,466	3	0,26	48
1	0,681	1	0,25	1
1	0,681	2	0,26	1
1	0,681	3	0,25	1
1	0,896	1	0,25	1
1	0,896	2	0,26	1
1	0,896	3	0,24	1
1	1,111	1	0,24	1
1	1,111	2	0,26	1
1	1,111	3	0,26	1
2	0,000	1	0,25	1
2	0,000	2	0,26	1
2	0,000	3	0,26	1
2	0,000	1	0,26	12
2	0,000	2	0,26	12
2	0,000	3	0,24	12
2	0,000	1	0,23	24
2	0,000	2	0,23	24
2	0,000	3	0,24	24
2	0,000	1	0,24	36
2	0,000	2	0,23	36
2	0,000	3	0,26	36
2	0,000	1	0,25	48
2	0,000	2	0,24	48
2	0,000	3	0,25	48
2	0,036	1	0,23	1
2	0,036	2	0,26	1

Continuación Anexo O.

Experimento	Concentración	Réplica	Nitrito (mg/L)	Hora Experimental
2	0,036	3	0,25	1
2	0,036	1	0,26	12

2	0,036	2	0,26	12
2	0,036	3	0,23	12
2	0,036	1	0,23	24
2	0,036	2	0,24	24
2	0,036	3	0,23	24
2	0,036	1	0,25	36
2	0,036	2	0,26	36
2	0,036	3	0,26	36
2	0,036	1	0,26	48
2	0,036	2	0,26	48
2	0,036	3	0,23	48
2	0,251	1	0,24	1
2	0,251	2	0,25	1
2	0,251	3	0,23	1
2	0,251	1	0,23	12
2	0,251	2	0,23	12
2	0,251	3	0,23	12
2	0,251	1	0,25	24
2	0,251	2	0,26	24
2	0,251	3	0,26	24
2	0,251	1	0,26	36
2	0,251	2	0,25	36
2	0,251	3	0,25	36
2	0,251	1	0,26	48
2	0,251	2	0,26	48
2	0,251	3	0,26	48
2	0,466	1	0,26	1
2	0,466	2	0,26	1
2	0,466	3	0,26	1
2	0,466	1	0,25	12
2	0,466	2	0,26	12
2	0,466	3	0,24	12
2	0,466	1	0,23	24
2	0,466	2	0,23	24
2	0,466	3	0,23	24
2	0,466	1	0,24	36
2	0,466	2	0,26	36
2	0,466	3	0,26	36
2	0,466	1	0,24	48
2	0,466	2	0,24	48
2	0,466	3	0,24	48

Continuación Anexo. O.

Experimento	Concentración	Réplica	Nitrito (mg/L)	Hora Experimental
2	0,681	1	0,24	1
2	0,681	2	0,25	1
2	0,681	3	0,26	1
2	0,896	1	0,26	1
2	0,896	2	0,26	1
2	0,896	3	0,24	1
2	1,111	1	0,25	1
2	1,111	2	0,23	1
2	1,111	3	0,25	1
3	0,000	1	0,23	1
3	0,000	2	0,23	1
3	0,000	3	0,24	1
3	0,000	1	0,25	12
3	0,000	2	0,26	12
3	0,000	3	0,24	12
3	0,000	1	0,23	24
3	0,000	2	0,23	24
3	0,000	3	0,23	24
3	0,000	1	0,23	36
3	0,000	2	0,23	36
3	0,000	3	0,25	36
3	0,000	1	0,23	48
3	0,000	2	0,23	48
3	0,000	3	0,24	48
3	0,036	1	0,23	1
3	0,036	2	0,23	1
3	0,036	3	0,24	1
3	0,036	1	0,24	12
3	0,036	2	0,23	12
3	0,036	3	0,26	12
3	0,036	1	0,25	24
3	0,036	2	0,25	24
3	0,036	3	0,24	24
3	0,036	1	0,23	36
3	0,036	2	0,23	36
3	0,036	3	0,26	36
3	0,036	1	0,25	48
3	0,036	2	0,26	48
3	0,036	3	0,23	48
3	0,251	1	0,23	1
3	0,251	2	0,23	1
3	0,251	3	0,23	1
3	0,251	1	0,23	12

Continuación Anexo. O.

Experimento	Concentración	Réplica	Nitrito (mg/L)	Hora Experimental
3	0,251	2	0,23	12
3	0,251	3	0,24	12
3	0,251	1	0,23	24
3	0,251	2	0,23	24
3	0,251	3	0,24	24
3	0,251	1	0,23	36
3	0,251	2	0,23	36
3	0,251	3	0,26	36
3	0,251	1	0,23	48
3	0,251	2	0,24	48
3	0,251	3	0,26	48
3	0,466	1	0,25	1
3	0,466	2	0,25	1
3	0,466	3	0,26	1
3	0,466	1	0,24	12
3	0,466	2	0,23	12
3	0,466	3	0,23	12
3	0,466	1	0,23	24
3	0,466	2	0,25	24
3	0,466	3	0,23	24
3	0,466	1	0,25	36
3	0,466	2	0,26	36
3	0,466	3	0,23	36
3	0,466	1	0,24	48
3	0,466	2	0,23	48
3	0,466	3	0,26	48
3	0,681	1	0,25	1
3	0,681	2	0,25	1
3	0,681	3	0,26	1
3	0,896	1	0,24	1
3	0,896	2	0,23	1
3	0,896	3	0,25	1
3	1,111	1	0,26	1
3	1,111	2	0,26	1
3	1,111	3	0,24	1

Anexo. P. Cálculo de la Media, Desviación estándar (DS), Error estándar (ES), Coeficiente de variación (CV), para la variable Nitrito.

Concentración	Réplica	Hora	Nitrito (mg/L)			Promedio	DS	ES	CV
0	1	1	0,26	0,25	0,23				
0	2	1	0,24	0,26	0,23				
0	3	1	0,26	0,26	0,24	0,248	0,0130	0,0043	1,7512
0	1	12	0,25	0,26	0,25				
0	2	12	0,26	0,26	0,26				
0	3	12	0,23	0,24	0,24	0,250	0,0112	0,0037	1,4907
0	1	24	0,26	0,23	0,23				
0	2	24	0,23	0,23	0,23				
0	3	24	0,25	0,24	0,23	0,237	0,0112	0,0037	1,5747
0	1	36	0,25	0,24	0,23				
0	2	36	0,25	0,23	0,23				
0	3	36	0,26	0,26	0,25	0,244	0,0124	0,0041	1,6855
0	1	48	0,26	0,25	0,23				
0	2	48	0,24	0,24	0,23				
0	3	48	0,24	0,25	0,24	0,244	0,0113	0,0038	1,5414
0,036	1	1	0,25	0,23	0,23				
0,036	2	1	0,23	0,26	0,23				
0,036	3	1	0,23	0,25	0,24	0,239	0,0117	0,0039	1,6279
0,036	1	12	0,26	0,26	0,24				
0,036	2	12	0,23	0,26	0,23				
0,036	3	12	0,24	0,23	0,26	0,246	0,0142	0,0047	1,9330
0,036	1	24	0,26	0,23	0,25				
0,036	2	24	0,23	0,24	0,25				
0,036	3	24	0,25	0,23	0,24	0,242	0,0109	0,0036	1,5040
0,036	1	36	0,26	0,25	0,23				
0,036	2	36	0,24	0,26	0,23				
0,036	3	36	0,24	0,26	0,26	0,248	0,0130	0,0043	1,7512
0,036	1	48	0,23	0,26	0,25				
0,036	2	48	0,24	0,26	0,26				
0,036	3	48	0,23	0,23	0,23	0,243	0,0141	0,0047	1,9373
0,251	1	1	0,25	0,24	0,23				
0,251	2	1	0,25	0,25	0,23				
0,251	3	1	0,23	0,23	0,23	0,238	0,0097	0,0032	1,3624
0,251	1	12	0,26	0,23	0,23				
0,251	2	12	0,23	0,23	0,23	0,238	0,0130	0,0043	1,8248

0,251	3	12	0,26	0,23	0,24				
0,251	1	24	0,23	0,25	0,23				
0,251	2	24	0,25	0,26	0,23				
0,251	3	24	0,25	0,26	0,24	0,244	0,0124	0,0041	1,6855

Continuación Anexo P.

Concentración	Réplica	Hora	Nitrito (mg/L)			Promedio	DS	ES	CV
0,251	1	36	0,26	0,26	0,23				
0,251	2	36	0,26	0,25	0,23				
0,251	3	36	0,24	0,25	0,26	0,249	0,0127	0,0042	1,6999
0,251	1	48	0,23	0,26	0,23				
0,251	2	48	0,26	0,26	0,24				
0,251	3	48	0,24	0,26	0,26	0,249	0,0136	0,0045	1,8271
0,466	1	1	0,26	0,26	0,25				
0,466	2	1	0,25	0,26	0,25				
0,466	3	1	0,25	0,26	0,26	0,256	0,0053	0,0018	0,6875
0,466	1	12	0,26	0,25	0,24				
0,466	2	12	0,26	0,26	0,23				
0,466	3	12	0,23	0,24	0,23	0,244	0,0133	0,0044	1,8182
0,466	1	24	0,25	0,23	0,23				
0,466	2	24	0,25	0,23	0,25				
0,466	3	24	0,25	0,23	0,23	0,239	0,0105	0,0035	1,4708
0,466	1	36	0,26	0,24	0,25				
0,466	2	36	0,24	0,26	0,26				
0,466	3	36	0,26	0,26	0,23	0,251	0,0117	0,0039	1,5487
0,466	1	48	0,25	0,24	0,24				
0,466	2	48	0,25	0,24	0,23				
0,466	3	48	0,26	0,24	0,26	0,246	0,0101	0,0034	1,3762
0,681	1	1	0,25	0,24	0,25				
0,681	2	1	0,26	0,25	0,25				
0,681	3	1	0,25	0,26	0,26	0,252	0,0067	0,0022	0,8811
0,896	1	1	0,25	0,26	0,24				
0,896	2	1	0,26	0,26	0,23				
0,896	3	1	0,24	0,24	0,25	0,248	0,0109	0,0036	1,4703
1,111	1	1	0,24	0,25	0,26				
1,111	2	1	0,26	0,23	0,26				
1,111	3	1	0,26	0,25	0,24	0,250	0,0112	0,0037	1,4907

Anexo Q. Mortalidad, en diferentes concentraciones de tensoactivo LAS.

Experimento	Concentración de LAS	Réplica	Mortalidad	Total de animales por réplica
1	0	1	0	120
1	0	2	0	120
1	0	3	0	120
2	0	1	0	120
2	0	2	0	120
2	0	3	3	120
3	0	1	0	120
3	0	2	1	120
3	0	3	1	120
1	0,036	1	2	120
1	0,036	2	2	120
1	0,036	3	1	120
2	0,036	1	2	120
2	0,036	2	3	120
2	0,036	3	3	120
3	0,036	1	0	120
3	0,036	2	0	120
3	0,036	3	2	120
1	0,251	1	17	120
1	0,251	2	10	120
1	0,251	3	9	120
2	0,251	1	11	120
2	0,251	2	13	120
2	0,251	3	10	120
3	0,251	1	11	120
3	0,251	2	9	120
3	0,251	3	10	120
1	0,466	1	63	120
1	0,466	2	57	120

1	0,466	3	61	120
2	0,466	1	62	120
2	0,466	2	59	120
2	0,466	3	61	120
3	0,466	1	59	120
3	0,466	2	60	120
3	0,466	3	58	120
1	0,681	1	120	120
1	0,681	2	120	120
1	0,681	3	120	120

Continuación Anexo. Q.

Experimento	Concentración de LAS	Réplica	Mortalidad	Total de animales por réplica
2	0,681	2	120	120
2	0,681	3	120	120
3	0,681	1	120	120
3	0,681	2	120	120
3	0,681	3	120	120
1	0,896	1	120	120
1	0,896	2	120	120
1	0,896	3	120	120
2	0,896	1	120	121
2	0,896	2	120	122
2	0,896	3	120	123
3	0,896	1	120	124
3	0,896	2	120	125
3	0,896	3	120	126
1	1,111	1	120	120
1	1,111	2	120	120
1	1,111	3	120	120
2	1,111	1	120	120
2	1,111	2	120	120
2	1,111	3	120	120
3	1,111	1	120	120
3	1,111	2	120	120
3	1,111	3	120	120

Anexo R. Resultado del modelo Probit para la CL₅₀.

			<i>LC Inferior 95,0%</i>	<i>LC Superior 95,0%</i>
<i>Porcentaje</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Concentración</i>	<i>Límite Conf.</i>	<i>Límite Conf.</i>
CL0,1	0,1	-0,000538143	-0,0239135	0,0207978
CL0,5	0,5	0,0720999	0,0521783	0,0903263
CL1	1	0,107328	0,0890451	0,124083
CL2	2	0,14582	0,12929	0,161004
CL3	3	0,170242	0,154797	0,184457
CL4	4	0,188613	0,173968	0,202116
CL5	5	0,203557	0,18955	0,216493
CL6	6	0,216277	0,202802	0,22874
CL7	7	0,227429	0,214413	0,239487
CL8	8	0,237415	0,224802	0,249117
CL9	9	0,246497	0,234243	0,257882
CL10	10	0,254857	0,242927	0,265957
CL15	15	0,289468	0,278808	0,299464
CL20	20	0,316977	0,307216	0,326202
CL25	25	0,340576	0,331488	0,349241
CL30	30	0,361769	0,35319	0,370026
CL35	35	0,381408	0,373204	0,389382
CL40	40	0,400043	0,392101	0,407844
CL45	45	0,418073	0,410287	0,425803
CL50	50	0,435816	0,428088	0,443571
CL55	55	0,453559	0,445793	0,461437
CL60	60	0,471588	0,463688	0,479686
CL65	65	0,490224	0,48209	0,498643
CL70	70	0,509862	0,501389	0,518714
CL75	75	0,531055	0,522121	0,540469

CL80	80	0,554655	0,545111	0,56479
CL85	85	0,582163	0,571804	0,593244
CL90	90	0,616775	0,605268	0,629168
CL91	91	0,625135	0,613334	0,63786
CL92	92	0,634216	0,622091	0,64731
CL93	93	0,644202	0,631713	0,657707
CL94	94	0,655355	0,642451	0,669327
CL95	95	0,668074	0,654689	0,682588
CL96	96	0,683018	0,669057	0,698179
CL97	97	0,70139	0,686706	0,71736
CL98	98	0,725812	0,710148	0,742878
CL99	99	0,764304	0,747056	0,783136
CL99,5	99,5	0,799532	0,780803	0,820012
CL99,9	99,9	0,87217	0,850318	0,896117

Anexo S. Prueba de supuestos para variable Mortalidad

Respuesta	TRATAMIENTOS							Total
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
Éxito	1.075,00	1.065,00	980,00	540,00	0,00	0,00	0,00	3.660,00
Fracaso	5,00	15,00	100,00	540,00	1.080,00	1.080,00	1.080,00	3.900,00
Total	1.080,00	1.080,00	1.080,00	1.080,00	1.080,00	1.080,00	1.080,00	7.560,00
Pi	0,995	0,986	0,907	0,500	0,000	0,000	0,000	0,484
Pi*a_i	1.070,023	1.050,208	889,259	270,000	0,000	0,000	0,000	1.771,905

n =	7
n - 1 =	6
Alfa =	0,05
1 - alfa =	0,95
p =	0,484
q = (1 - p) =	0,516

$$\chi^2_c = \frac{\left[\sum a_i \cdot p_i \right] - \left[p \cdot \sum a_i \right]}{pq}$$

$\chi^2_c =$	6036,427	Decisión = Existen diferencias estadísticas significativas
$\chi^2_{t(1-\text{alfa})} =$	12,59	

n	1080	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
		0,99537	0,98611	0,90740	0,5	0	0	0

T7	0	481,871	276,911	102,878	32,8633	0	0	0
T6	0	481,871	276,911	102,878	32,8633	0	0	
T5	0	481,871	276,911	102,878	32,8633	0		
T4	0,5	32,2630	31,1096	23,1662	0			
T3	0,90740741	9,71018	8,27419	0	-			
T2	0,98611111	2,24912	0					
T1	0,99537037	0						

Tratamientos	Concentración g LAS/L agua	Supervivencia (%)	Grupos			
			X			
T1	0,000	99,537	X			
T2	0,036	98,611		X		
T3	0,251	90,740			X	
T4	0,466	50,000				X
T5	0,681	0,000				X
T6	0,896	0,000				X
T7	1,111	0,000				X

Anexo. T. Donde se prueban los supuestos de Normalidad, Homocedasticidad e Independencia de las variables: Mortalidad, Dureza, Alcalinidad, pH, Conductividad.

Conductividad	Normalidad	Homocedasticidad	Independencia
Variable	Valor-Z para asimetría	Levene's	Estadístico Durbin-Watson
	p Valor > 0,05	p Valor > 0,05	p Valor > 0,05
Mortalidad	0,522183	0,0715581	0,1542
Dureza	0,07032320	0,998275	1,0000
Alcalinidad	0,16460800	0,48761	1,0000
pH	0,00000052	0,137842	0,2323
Conductividad	0,00025219	0,300648	0,2223

Anexo U. Prueba Anova para la Variable Alcalinidad

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

A=EXPERIMENTO

B=CONCENTRACIÓN

C=HORA

Número de factores cuantitativos: 0

ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Experimento	0,0013882	2	0,000694101	0,28	0,7564
Concentración	24,3277	6	4,05462	1633,52	0,0000
Hora(Experimento*Concentración)	0,0307908	48	0,000641475	0,26	1,0000
Residuo	0,37232	150	0,00248213		
Total (corregido)	24,7322	206			

R-Cuadrada = 98,4946 por ciento
 Error estándar del est. = 0,049821
 Estadístico Durbin-Watson = 2,89737 (P=1,0000)
 Continuación Anexo K.

Prueba de Tukey entre las diferentes concentraciones usadas, para la variable Dureza.

Comparaciones Múltiples para ALCALINIDAD – TRANSFORMADA (modelo 1/ y_i) por CONCENTRACIÓN

Método: 95,0 por ciento HSD de Tukey

CONCENTRACIÓN	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
0	45	5,93838	0,00742688	X
0,036	45	6,10446	0,00742688	X
0,251	45	6,36116	0,00742688	X
0,466	45	6,59113	0,00742688	X
0,681	9	6,73291	0,016607	X
0,896	9	7,02369	0,016607	X
1,111	9	7,16465	0,016607	X

Anexo V. Prueba Anova para la Variable Dureza

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

A=EXPERIMENTO

B=CONCENTRACIÓN

C=HORA

Número de factores cuantitativos: 0

ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Experimento	0,000280082	2	0,000140041	0,06	0,9398

Concentración	14,9905	6	2,49841	1107,97	0,0000
Hora (Experimento*Concentración)	0,00289885	48	0,0000603926	0,03	1,0000
Residuo	0,338241	150	0,00225494		
Total (corregido)	15,3319	206			

R-Cuadrada = 97,7939 porciento

Error estándar del est. = 0,0474862

Estadístico Durbin-Watson = 3,00242 (P=1,0000)

Prueba de Tukey entre las diferentes concentraciones usadas, para la variable Dureza.

Comparaciones Múltiples para DUREZA-TRANSFORMADA (modelo $\sqrt{y_i}$) por CONCENTRACIÓN

Método: 95,0 porciento HSD de Tukey

CONCENTRACIÓN	Recuento	Media MC	Sigma MC	Grupos Homogéneos
0	45	5,50741	0,00707883	X
0,036	45	5,68609	0,00707883	X
0,251	45	5,86311	0,00707883	X
0,466	45	6,05517	0,00707883	X
0,681	9	6,19127	0,0158287	X
0,896	9	6,35075	0,0158287	X
1,111	9	6,45487	0,0158287	X

Anexo. W. Prueba Anova para la Variable pH

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

A=EXPERIMENTO

B=CONCENTRACIÓN

C=HORA

Número de factores cuantitativos: 0

Análisis de Varianza para pH

ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>
Experimento	1,16312E-8	2	5,81559E-9
Concentración	12,1096	6	2,01827
Hora(Experimento*Concentración)	0,00459962	333	0,0000138127
Residuo	0,0388084	720	0,0000539005
Total (corregido)	12,1658	1061	

R-Cuadrada = 99,681 por ciento

Error estándar del est. = 0,0073417

Estadístico Durbin-Watson = 2,88506 (P=0,2323)

Prueba de Tukey entre las diferentes concentraciones usadas, para la variable pH.

Comparaciones Múltiples para pH por CONCENTRACIÓN

Método: 95,0 por ciento HSD de Tukey

<i>CONCENTRACIÓN</i>	<i>Recuento</i>	<i>Media MC</i>	<i>Sigma MC</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	225	7,26227	0,000484367	X
0,036	225	7,33227	0,000484106	X
0,251	225	7,39227	0,000484106	X
0,466	225	7,46547	0,000484106	X
0,681	54	7,52222	0,000988178	X
0,896	54	7,58222	0,000988178	X
1,111	54	7,64333	0,000988178	X

Anexo. X Prueba Anova para la Variable Conductividad

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 3

A=EXPERIMENTO

B=CONCENTRACIÓN

C=HORA

Número de factores cuantitativos: 0

ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>de Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>
Experimento	0,00000683761	2	0,0000034188
Concentración	1513,32	6	252,22
Hora(Experimento*Concentración)	0,005726	330	0,0000173515
Residuo	0,0370745	714	0,0000519251
Total (Corregido)	1513,36	1052	

R-Cuadrada = 99,9976 porciento

Error estándar del est. = 0,0072059

Estadístico Durbin-Watson = 2,87668 (P=0,2223)

Prueba de Tukey entre las diferentes concentraciones usadas, para la variable Conductividad.

Comparaciones Múltiples para CONDUCTIVIDAD por CONCENTRACIÓN

Método: 95,0 porciento HSD de Tukey

<i>CONCENTRACIÓN</i>	<i>Recuento</i>	<i>Media MC</i>	<i>Sigma MC</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	222	11,2252	0,000483143	X
0,036	225	12,0424	0,000479893	X
0,251	225	12,8124	0,000479893	X
0,466	225	13,6252	0,000479893	X
0,681	54	14,1778	0,000979578	X
0,896	54	14,9222	0,000979578	X
1,111	54	15,3444	0,000979578	X

Anexo. Y. Prueba Anova para la Variable Mortalidad

Número de variables dependientes: 1

Número de factores categóricos: 2

A=EXPERIMENTO

B=CONCENTRA

Número de factores cuantitativos: 0

ANOVA

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
Experimento	0,00046985	2	0,000234925	0,19	0,8316
Concentración	1,66817	6	0,278028	218,98	0,0000
Residuo	0,0685608	54	0,00126965		
Total (corregido)	10,2857	62			

R-Cuadrada = 99,3334 porciento

Error estándar del est. = 0,0356321

Estadístico Durbin-Watson = 1,79562 (P=0,0539)

Prueba de Tukey entre las diferentes concentraciones usadas, para la Mortalidad.

Comparaciones Múltiples para PROPORCIÓN-TRANSFORMADA (modelo $\sqrt{y_i}$) por CONCENTRACIÓN

Método: 95,0 porciento HSD de Tukey

<i>Concentración</i>	<i>Recuento</i>	<i>Media MC</i>	<i>Sigma MC</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
0	9	0,0276361	0,0222205	X
0,036	9	0,0924388	0,0222205	X
0,251	9	0,302756	0,0145467	X
0,466	9	0,712134	0,0167971	X
0,896	9	0,995642	0,0222205	X
0,681	9	1,00511	0,0145467	X
1,111	9	1,00511	0,0222205	X

