

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

“DISEÑO DE TECNOLOGÍA PARA CONTROL DEL
MOLUSCO *Veneroidea corbiculina* DE LA RED CONTRA
INCENDIOS DE LA REFINERÍA ESTATAL ESMERALDAS –
ESMERALDAS”

Proyecto previo a la obtención de Grado Académico o Título de:

INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA

ELABORADO POR:

DANIEL BERNARDO TÚQUERES GRANDA

Sangolquí, mayo del 2008.

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

ELABORADO POR

Daniel Bernardo Túqueres Granda

COORDINADOR DE LA CARRERA

Dra. Marbel Torres Arias

SECRETARIO ACADÉMICO

Ab. Vinicio Zabala

Sangolquí, 27 de mayo del 2008

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. DANIEL BERNARDO TÚQUERES GRANDA como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO EN BIOTECNOLOGÍA.

27 de mayo del 2007.

Ing. Pablo Araujo.
Profesor Director

Mat. Luis C. Castillo C.
Profesor Codirector

DEDICATORIA

A Enma y Laura, dos mujeres que han sabido transmitir a sus hijos y nietos el valor de la constancia, el sacrificio y el esfuerzo, a mi Madre, a mi Padre y a mis hermanos.

Daniel Túqueres Granda.

AGRADECIMIENTO

La culminación de este trabajo ha sido el esfuerzo de un sin número de personas entre ellas especiales agradecimientos a:

A Dios; por darme la salud, la fuerza, la constancia y la oportunidad de realizar este proyecto lejos de mi familia y amigos.

A mi familia, por apoyarme incondicionalmente en todo momento.

A Hector Gallo y a toda su familia quién me recibió en su hogar durante la realización del proyecto.

Al Ing. Ramón Bedoya Jefe de la Unidad de Seguridad Industrial y Protección Ambiental de la Refinería Estatal Esmeraldas, por otorgarme plena confianza e incondicional apoyo para la realización de esta tesis.

Al Ing. Victor Luigüin y al Dr. Saúl Velarde coordinadores de la Unidad de Control de Calidad de la Refinería Estatal Esmeraldas, por permitir la utilización del laboratorio de la REE.

Al Ing. Pablo Araujo, por su apoyo incondicional en el proyecto y la dirección del mismo.

Al Mat. Luis Castillo, por el aporte en la dirección de este proyecto y por las enseñanzas impartidas en el área del tratamiento estadístico de los resultados en campo.

A todos los trabajadores de las Unidades de Seguridad Industrial y Protección Ambiental y de la Unidad de Control de Calidad de la Refinería Estatal Esmeraldas, quienes me brindaron un apoyo incondicional en todas las tareas realizadas.

A los operadores del Clarificador de la REE, quienes me brindaron su ayuda en el desarrollo del proyecto.

Al Jefe del Archivo Técnico de REE, quien me brindó toda la información necesaria para la realización del proyecto.

Al Crnl. Giovanni Granda, quien hizo posible el ingreso a Refinería Estatal Esmeraldas.

Al Ing. Juan Villacrés, quien me brindó asesoría técnica en los procesos que lleva a cabo la REE.

A todos mis compañeros y amigos que me apoyaron en todo momento para la culminación de este proyecto.

Daniel Túqueres Granda.

INDICE DE CONTENIDOS

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS	II
CERTIFICACIÓN	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
INDICE DE CONTENIDOS	VII
LISTADO DE TABLAS	X
LISTADO DE CUADROS.....	XII
LISTADO DE FIGURAS	XIII
LISTADO DE ANEXOS	XV
NOMENCLATURA UTILIZADA	XVI
RESUMEN	XVII
ABSTRACT.....	XVIII
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
1.4. MARCO TEÓRICO	4
1.4.1. SISTEMA DE CONTRA INCENDIOS DE LA REFINERÍA ESTATAL DE ESMERALDAS ...	4
1.4.1.1. SISTEMA DE BOMBEO.....	4
1.4.1.2. RED DEL SISTEMA CONTRO INCENDIOS	7
1.4.1.3. SISTEMA DE ROCEADORES.....	7
1.4.1.4. SISTEMAS DE ESPUMAS Y AGENTE DE EXTINCIÓN	8
1.4.1.5 SISTEMAS FIJOS DE EXTINCIÓN	8
1.4.2. OBSTRUCCIONES EN LAS REDES DE CONTRA INCENDIOS.....	9
1.4.2.1. CORROSIÓN.....	9
1.4.2.2. INCRUSTACIONES EN LA TUBERÍA.....	10
1.4.2.3. DESCUIDO EN LA INSTALACIÓN O REPARACIÓN.....	10
1.4.3. FUENTE DE AGUA CRUDA	10
1.4.3.1. PROLIFERACIONES BIOLÓGICAS.....	11
1.4.3.2. DEPÓSITO DE CARBONATO DE CALCIO	15
1.4.3.3. CORROSIÓN MICROBIOLÓGICA	15
1.4.4. TRANFERENCIA DE CALOR	17
1.4.4.1. INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	19
1.4.4.2. COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR.....	19
CAPITULO 2: MÉTODOS Y TÉCNICAS.....	22
2.1. RECONOCIMIENTO Y MONITOREO DE LA RED CONTRA INCENDIOS.....	22
2.2 PRUEBAS PRELIMINARES	23
2.2.1. CARACTERIZACIÓN DE AGUA CRUDA	23

2.2.2. IDENTIFICACIÓN DE VENEROIDEA CORBICULINA EN ESTADO LARVAL	23
2.2.3. CULTIVO DE VENEROIDEA CORBIVULINA EN ESTADO LARVAL	24
2.2.3.1 PRIMER CULTIVO DE VENEROIDEA CORBICULINA	24
2.2.3.2. SEGUNDO CULTIVO DE VENEROIDEA CORBICULINA.....	24
2.2.4. RECOLECCIÓN, CONCENTRACIÓN Y CULTIVO DE VENEROIDEA CORVICULINA EN ESTADO LARVAL MEDIANTE FILTROS	25
2.2.5. EVALUACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO EN LA RED CONTRA INCENDIOS.....	27
2.2.6. CULTIVO DE VENEROIDEA CORVICULINA EN ESTADO LARVAL CON ADICIÓN DE OXÍGENO, NUTRIENTES Y CORROSIÓN BIOLÓGICA	27
2.3. TRATAMIENTOS REALIZADOS A LARVA Y ADULTO DE VENEROIDEA CORBICULINA.....	29
2.3.1. TRATAMIENTOS REALIZADOS A VENEROIDEA CORVICULINA EN ESTADO LARVAL	29
2.3.1.1. EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS	30
2.3.2. TRATAMIENTOS REALIZADOS A VENEROIDEA CORVICULINA EN ESTADO ADULTO	32
2.4. ESTADÍSTICA	33
2.5. DISEÑO DE TECNOLOGÍA	33
CAPITULO 3: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
3.1. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA CRUDA DE LA PISCINA A Y B	34
3.2. IDENTIFICACIÓN DE VENEROIDEA CORBICULINA EN ESTADO LARVAL	35
3.2. CULTIVO DE VENEROIDEA CORVICULINA EN ESTADO LARVAL	35
3.4. OXIGENO DISUELTO EN LA RED DE CONTRA INCENDIOS	37
3.5 EVALUACIÓN DE TRATAMIENTOS	39
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	43
3.6.1. ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO TÉRMICO EN LARVAS Y ADULTOS	43
3.6.1.1. PRELIMINARES	43
3.6.1.2. ANÁLISIS DE VARIANZA	44
3.6.1.3. ANÁLISIS DE COMPARACIONES MÚLTIPLES	46
3.6.1.4. ANÁLISIS DE VARIANZA CON DOS FACTORES: ESTADO Y TEMPERATURA.....	47
3.6.2. ANÁLISIS DEL TRATAMIENTO CLORO EN LARVAS Y ADULTOS	48
3.6.2.1. PRELIMINARES	48
3.6.2.2. ANÁLISIS DE VARIANZA EN LA CONCENTRACIÓN DE CLORO .	51
3.6.2.3. ANÁLISIS DE COMPARACIONES MÚLTIPLES EN LOS TRATAMIENTOS EN LA CONCENTRACIÓN DE CLORO	52
3.6.2.4. ANÁLISIS DE VARIANZA EN EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN	55
3.6.2.5. ANÁLISIS DE COMPARACIONES MÚLTIPLES DE LOS TRATAMIENTOS EN EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN.....	56
3.6.2.6. ANÁLISIS DE VARIANZA EN EL ESTADO DEL MOLUSCO	58
3.6.2.7. ANÁLISIS DE VARIANZA EN LOS FACTORES CONCENTRACIÓN DE CLORO Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN	58
3.6.2.8. ANÁLISIS DE COMPARACIONES MÚLTIPLES CON EL FACTOR CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE EXPOSICIÓN	59
3.6.3. ANÁLISIS DE LA FRACCIÓN DE INACTIVOS DE LARVAS Y ADULTOS DENTRO DE LOS ENSAYOS	62
3.6.3.1. PRELIMINARES	62

3.6.3.2. ANÁLISIS DE LA FRACCIÓN DE INACTIVOS EN GRUPOS REPRESENTATIVOS.....	64
3.6.3.3. ANÁLISIS DE LOS GRUPOS DE INACTIVOS EN EL ESTADO DEL MOLUSCO	66
3.6.3.4. ANÁLISIS DE LOS GRUPOS DE INACTIVOS EN LA CONCENTRACIÓN DE CLORO	66
3.6.3.5. ANÁLISIS DE LOS GRUPOS DE INACTIVOS EN EL TIEMPO DE EXPOSICIÓN	68
3.6.4. ANÁLISIS FACTORIAL DE CORRESPONDENCIAS MÚLTIPLES.....	69
3.6.4.1. AFCM PARA EL ESTADO ADULTO DEL MOLUSCO.	72
3.6.1.2. AFCM PARA EL ESTADO LARVARIO DEL MOLUSCO.....	73
3.6.5. ANÁLISIS DE REGRESIÓN	74
3.6.5.1. ANÁLISIS DE REGRESIÓN CON LOS FACTORES TIEMPO DE EXPOSICIÓN Y ESTADO DEL MOLUSCO.....	75
3.6.5.2. ANÁLISIS DE REGRESIÓN PARA EL ESTADO ADULTO DEL MOLUSCO	76
3.6.5.3. ANÁLISIS DE REGRESIÓN PARA EL ESTADO LARVAL DEL MOLUSCO	77
3.7. DISEÑO DE TECNOLOGÍA PARA LA RED CONTRA INCENDIOS	78
3.7.1. VOLUMEN DE AGUA CRUDA EN LA RED CONTRA INCENDIOS	78
3.7.2. DISEÑO INTERCAMBIADOR DE CALOR	79
3.7.2.1. REQUERIMIENTO CALORÍFICO	79
3.7.2.2. CANTIDAD DE VAPOR UTILIZADA.....	79
3.7.2.3. CÁLCULO DEL ÁREA INTERCAMBIADOR DE CALOR.....	80
3.7.2.4. ESQUEMA DE LA PLANTA	82
CAPITULO 4: CONCLUSIONES.....	83
CAPITULO 5: RECOMENDACIONES	86
CAPITULO 6: BIBLIOGRAFÍA.....	87
ANEXOS.....	90

LISTADO DE TABLAS

Tabla 2.1 Puntos críticos y de monitoreo de la red de contra incendios	- 23 -
Tabla 2.2 Cultivos de veneroidea corbiculina realizados en agua cruda	-25-
Tabla 2.3 Propiedades Físico Químicas de los cultivos de veneroidea corbiculina	-27-
Tabla 2.4 Puntos de evaluación de oxígeno disuelto en el sistema contra incendios.	-27-
Tabla 2.6 Tratamientos realizados en veneroidea corbiculina, con la dosificación de cloro utilizada y el tiempo de exposición.	-31-
Tabla 3.1 Resultado de la caracterización físico química de agua cruda, Unidad Control de Calidad REE.	-34-
Tabla 3.2 Protozoarios identificados en agua del sistema contra incendios REE.	-35-
Tabla 3.3 pH de los cultivos de larva veneroidea corbiculina en estado larval REE.	-36-
Tabla 3.4 Oxígeno disuelto medido en la red de contra incendios	-38-
Tabla 3.5 Resultados del efecto del cloro en larvas de veneroidea corbiculina	-40-
Tabla 3.6 Resultados del efecto del cloro en larvas de veneroidea corbiculina con diferente tiempo de exposición.	-40-
Tabla 3.7 Larvas activas e inactivas según efecto de temperatura.	-41-
Tabla 3.8 Resultados del efecto del cloro en adultos de veneroidea corbiculina	-42-
Tabla 3.9 Resultados del efecto de la temperatura en adultos de veneroidea corbiculina	-42-
Tabla 3.10 Fracción promedio de inactivas en estado larvario y adulto del molusco.	-43-
Tabla 3.11 ANOVA de la fracción promedio de inactivas en el tratamiento térmico para cada estado del molusco.	-45-
Tabla 3.12 ANOVA de la fracción promedio de inactivas en el tratamiento térmico para cada estado del molusco sin incluir el testigo.	-45-
Tabla 3.13 ANOVA con factores temperatura y estado del molusco	-47-

Tabla 3.14 Fracción promedio de inactivos en larvas y adultos	-49-
Tabla 3.15 ANOVA fracción de inactivos en concentración de cloro	-52-
Tabla 3.16 Diferencias entre tratamientos realizados en estado larval del molusco.	-53-
Tabla 3.17 Diferencias entre tratamientos realizados en estado adulto del molusco.	-55-
Tabla 3.18 Análisis de varianza de la fracción de inactivos de adultos y larvas en el tiempo de exposición.	-55-
Tabla 3.19 Análisis de promedio de las fracciones de inactivos para cada estado del molusco. SPSS programa estadístico versión 8.0	-58-
Tabla 3.20 ANOVA dos factores (Concentración de cloro – tiempo de exposición).	-59-
Tabla 3.21 Ensayos divididos entre grupos de la porción de inactivos	-65-
Tabla 3.22 Ensayos distribuidos en los cuatro grupos de inactivos por la concentración de cloro.	-66-
Tabla 3.23 Ensayos distribuidos en los cuatro grupos de inactivos por el tiempo de exposición.	-68-
Tabla 3.24 Coeficientes del modelo matemático - SPSS programa estadístico versión 8.0	-75-
Tabla 3.25 Coeficientes del modelo matemático para el tiempo de exposición y estado del molusco - SPSS programa estadístico versión 8.0	-76-
Tabla 3.26 Coeficientes del modelo matemático para el tiempo de exposición y la concentración de cloro para el estado adulto del molusco. - SPSS programa estadístico versión 8.0.	-76-
Tabla 3.27 Coeficientes del modelo matemático para el tiempo de exposición y la concentración de cloro para el estado larvario del molusco. - SPSS programa estadístico versión 8.0.	-77-
Tabla 3.28 Tubería de la red contra incendios REE.	-78-
Tabla 3.29 Entalpía específica y temperatura del vapor en REE.	-80-

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 1.1 Estación de bombeo contra incendios REE.	-5-
Cuadro 1.2 Caracterización Físico – Química del agua de las piscinas A y B. Agua que ingresa a la red de contra incendios. Estudio de agua contra incendios para evitar taponamiento del sistema de roceadores. Tcnlg. Sara Bedoya.	-11-
Cuadro 3.1 Diferencias entre tratamientos realizados para cada estado del molusco.	-47-

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1 Sistema de bombeo red contra incendios REE.	-4-
Figura 1.2 Esquema del Sistema de Bombeo de la Red Contra Incendios REE.	-6-
Figura 1.3 Adulto de veneroidea corbiculina en la red contra incendios REE.	-12-
Figura 2.1 Trampa de fango instalada en el sistema de bombeo REE.	-26-
Figura 2.2 Esquema del tanque de cultivo	-28-
Figura 2.3 tanque de cultivo veneroidea corbiculina	-28-
Figura 2.4 Cultivo de veneroidea corbiculina en fango colectado	-29-
Figura 2.5 Tratamientos realizados al adulto de veneroidea corbiculina.	-32-
Figura 3.1 Disminución de pH en el tiempo de cultivo	-36-
Figura 3.2 Variación de oxígeno disuelto dentro de la Red Contra Incendios	-39-
Figura 3.3 Fracción de inactivos en larvas y adultos para el tratamiento térmico evaluado en la REE.	-44-
Figura 3.4 Fracción promedio de Inactivas en Larvas – Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.	-50-
Figura 3.5 Fracción promedio de Inactivas en Adultos – Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.	-51-
Figura 3.6 Proporción de inactivos vs. Ensayos - Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.	-63-
Figura 3.7 Proporción de inactivos para cada estado del molusco vs. Ensayos - Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.	-64-
Figura 3.8 Ensayos divididos entre grupos de la porción de inactivos para cada estado del molusco - Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.	-65-
Figura 3.9 Ensayos distribuidos entre los grupos de inactivos por la concentración de cloro utilizada. - Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.	-67-
Figura 3.10 Ensayos distribuidos entre los grupos de inactivos por el tiempo de exposición. - Resultado Programa estadístico SPSS.	-69-

Figura 3.11 AFCM - Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.	-70-
Figura 3.12 AFCM para el estado adulto del molusco - Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.	-72-
Figura 3.13 AFCM para el estado larval del molusco- Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.	-73-
Figura 3.14 Variación de temperatura en el intercambiador de diseño.	-81-
Figura 3.15 Esquema de la planta	-81-

LISTADO DE ANEXOS

Análisis de fracción promedio de inactivas para cada estado del molusco	Anexo 1	-90-
Comparaciones múltiples Scheffé y LSD	Anexo 2	-90-
ANOVA por temperatura	Anexo 3	-91-
ANOVA por estado del molusco	Anexo 4	-91-
Análisis de comparaciones múltiples de la fracción de inactivas para larvas y adultos.	Anexo 5	-92-
Prueba de muestras independientes o prueba de Levene	Anexo 6	-94-
Análisis descriptivo de los tratamientos con los factores concentración y tiempo de exposición, para cada estado del molusco.	Anexo 7	-94-
ANOVAS Concentración de cloro y tiempo de exposición	Anexo 8	-95-
Resultados del análisis de comparaciones múltiples para cada estado del molusco.	Anexo 9	-96-
Tabla de vapor	Anexo 10	-98-
pH de los cultivos con fango	Anexo 11	-100-
pH medidos de los cultivos inicialmente y en treinta días	Anexo 12	-99-

NOMENCLATURA UTILIZADA

REE: Refinería Estatal Esmeraldas.

RCI: Red Contra Incendios.

LPG o GLP: Gas Licuado de Petróleo.

ANOVA: Análisis de varianza, compara si los valores de un conjunto de datos numéricos son significativamente distintos a los valores de otro o más conjuntos de datos. El procedimiento para comparar estos valores está basado en la varianza global observada en los grupos de datos numéricos a comparar.

SCHEFFÉ: Procedimiento de comparaciones múltiples útil para examinar todas las posibles combinaciones lineales de medias de grupo, en lugar de comparar sólo por parejas. Resulta conservador en el caso de comparaciones de medias por parejas. Este método requiere que las diferencias entre medias sean más grandes que en la mayoría de los otros métodos.

LSD: Procedimiento de comparación múltiple que se basa en el estadístico t de Student. Nivel de significación observado que se ajusta teniendo en cuenta el hecho de que se están realizando múltiples comparaciones. También recibe el nombre de prueba t corregida de Bonferroni.

OD: Oxígeno disuelto; Cantidad en mg/L de oxígeno presente en el agua.

AFCM: Análisis factorial de correspondencias múltiples; análisis de correspondencias múltiples (ACM) o análisis factorial de correspondencia (AFC); permite el análisis de correspondencias múltiples con el fin de estudiar datos de varias variables cualitativas.

RESUMEN

El sistema Contra – Incendios de la Refinería Estatal Esmeraldas presenta en la actualidad un grave problema de obstrucción biológica, el cual no ha permitido el normal funcionamiento de diversas partes del sistema de tuberías, sistema de rociadores e hidrantes; provocando altos gastos en reparación y mantenimiento. El agua utilizada en el sistema Contra – Incendios no posee tratamientos químicos o físicos previos y es proveniente del Río Esmeraldas mediante un sistema de captación y bombeo. El agua del Río Esmeraldas contiene el molusco *veneroidea corbiculina*, el cual ingresa al sistema en forma larvaria obstruyendo el sistema al desarrollarse en el mismo.

Se realizó un reconocimiento del Sistema Contra Incendios de la REE, reconocimiento del sistema de tuberías, hidrantes, sistemas de rociadores, puntos críticos de entrada y salida de larva dentro del sistema; se realizó una caracterización físico – química del agua cruda que es el suministro del sistema.

Se diseñaron un total de cuatro tratamientos, dos de estos diseñados para evitar la proliferación de la larva dentro del Sistema Contra Incendios y otros dos tratamientos para eliminar al adulto del molusco. Se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos al evaluar los tratamientos en laboratorio.

La tecnología diseñada, esta basada en los resultados obtenidos del tratamiento estadístico de los datos en la evaluación de tratamientos, tecnología que representa una alternativa para evitar las proliferaciones de *veneroidea corbiculina* en todos los puntos del Sistema Contra Incendios de la REE.

ABSTRACT

The system Against - Fires of the State Refinery of Esmeraldas presents at present a serious problem of biological obstruction, which has not allowed the normal functioning of diverse parts of the system of pipelines, system of sprayers and hidrantes; provoking high expenses in repair and maintenance. The water used in the system Against - Fires does not possess previous treatments and is from the Esmeraldas river by means of a system of captation and pumping. The water of the Esmeraldas river contains the mollusk veneroidea corbiculina, who joins to the system larval form obstructing the system on having developed in the same one.

A recognition of the System was realized Against Fires of the REE, recognition of the system of pipelines, hidrantes, systems of roceadores, critical points of entry and exit of larva inside the system; physicist carried out a characterization - chemistry of the raw(unripe) water that is the supply of the system.

There was designed a whole of four treatments, two of these designed to avoid the proliferation of the larva inside the System Against Fires and other two treatments to eliminate the adult of the mollusk. A statistical analysis of the information was realized obtained on having evaluated the treatments in laboratory.

The designed technology, these stocks in the results obtained of the statistical treatment of the information in the evaluation of treatments, technology that represents an alternative to avoid the proliferations of veneroidea corbiculina in all the points of the System Against Fires of the REE.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.

1.1. Formulación del problema

La Refinería Estatal Esmeraldas (REE) se encuentra ubicada en la provincia de Esmeraldas en el kilómetro 7_{1/2}, vía Atacames, con relación próxima al Río Teaone a una distancia en línea recta de 300 m. al Río Esmeraldas y al Océano Pacífico de 3 Km. El inicio de operación de la REE fue el 4 de Mayo de 1977 a una capacidad de 55600 bpd y un crudo de 28,0 API. Su primera ampliación fue en el año 1987 a una capacidad de 90000 bpd con un crudo de 28,0 API.

En 1995 se realizó una ampliación a la unidad de Craqueamiento Catalítico Fluido (FCC) de 16000 bpd. a 18000 bpd; La segunda ampliación de la refinería se la realiza en 1997, con capacidad para procesar 110000 bpd, con un crudo de 23.0 API.

El agua utilizada por la Refinería Estatal Esmeraldas en los diferentes procesos, proviene del Río Esmeraldas mediante un sistema de captación y bombeo. La captación esta ubicada a orillas del Río Esmeraldas a 11,5 Km. de la planta de procesos.

El agua proveniente del Río Esmeraldas es bombeada y depositada en las piscinas de agua cruda A y B de aproximadamente 27000 m³ cada una, estas piscinas almacenan y distribuyen el agua para los clarificadores y para la red de agua de contra – incendios de la REE.

Una parte del agua cruda de las piscinas A y B, mediante un sistema de bombeo atraviesa la red contra – incendios, a una presión de 12 Kg./cm² y un caudal de 726 m³/h. y retorna hacia las piscinas de agua cruda.

En la actualidad, el sistema de contra incendios de la REE sufre un grave problema de obstrucción, debido a la proliferación de un molusco dentro de la red. El molusco ingresa al sistema de bombeo en estado larvario, se desarrolla dentro de las tuberías del sistema, incrustándose y taponando la red. La obstrucción de la red produce pérdidas de presión en varios puntos, taponamiento de los sistemas de roceadores y taponamiento de tuberías.

1.2. Justificación del problema

La necesidad de mantener operativo el Sistema Contra Incendios de la Refinería Estatal de Esmeraldas, es una prioridad para la Unidad de Protección Ambiental y Seguridad Industrial, ya que este sistema suministra el agua necesaria para controlar una emergencia.

Los tratamientos que se den al agua cruda, no deben alterar las características físicas ni químicas necesarias para el uso del agua en los diversos procesos dentro de la REE, es por esto que, se debe desarrollar una alternativa tecnológica para evitar el ingreso de la larva en el sistema contra incendios, sin cambiar las propiedades del agua.

La falta de prevención sobre este problema provoca que, previo al efectivo control, se deba realizar una costosa limpieza de las tuberías obstruidas. Estas, de acuerdo a su diámetro, podrán limpiarse mecánicamente o reemplazarse por tubos nuevos.

Sea cual fuere el modo de limpieza del sistema, este deberá cesar su actividad mientras dure el proceso de limpieza, además, los costos operativos aumentan ya que provocan una reducción en la eficiencia de las bombas y consiguiente aumento en el consumo de energía para lograr un normal funcionamiento, aumento en la corrosión de cañerías por la proliferación de otros agentes biológicos indeseables (bacteria, hongos, etc.).

La importancia económica se resume en el aumento de costos al contratar a especialistas para la limpieza, costos que involucran el cambio de tuberías y los ocasionados por alterar el normal funcionamiento del sistema.

Por los daños y pérdidas causadas en el sistema de contra incendios de la REE y por la importancia que tiene este sistema en el funcionamiento adecuado de todos sus procesos, la Unidad de Protección del Medio Ambiente y Seguridad Industrial, propone la realización de una investigación para desarrollar la tecnología adecuada de eliminación de la larva del molusco dentro de la red Contra - Incendios.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una tecnología para controlar el desarrollo de la larva *veneroidea corbiculina*, en la red Contra – Incendios de la Refinería Estatal de Esmeraldas para evitar obstrucciones en el sistema de tuberías y rociadores, mediante el control del molusco en estado larvario comparando cuatro tipos de tratamientos.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar Físico – Químicamente el agua cruda de las piscinas A y B de la Refinería Estatal de Esmeraldas.
- Desarrollar cuatro diferentes tratamientos que permitan controlar el crecimiento de la larva dentro de la red Contra – Incendios de la REE.
- Comparar estadísticamente el resultado de los tratamientos
- Diseñar a nivel de laboratorio la tecnología adecuada aplicable al sistema de contra incendios, para controlar el desarrollo del molusco.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Sistema contra incendios de la Refinería Estatal Esmeraldas

La descripción de cada una de las partes integrantes del sistema Contra Incendios de la REE, ha sido tomada de los libros de datos que se encuentran en archivo técnico de la REE. La figura 1.1 presenta una fotografía del inicio del sistema contra incendios de REE.



Figura 1.1 Sistema de bombeo red contra incendios REE.

1.4.1.1 Sistema de bombeo

El sistema de bombeo de la red de contra incendios se encuentra ubicado en el borde de las piscinas de agua cruda A y B, el agua cruda es bombeada de una fosa construida en la parte inferior de la estación de bombeo. Las bombas que se encuentran en la estación son:

Cuadro 1.1 Estación de bombeo contra incendios

Nombre de la bomba	Tipo de motor	Caudal
Y-P3001 A	Eléctrico	726 m ³ /h
Y-P3001 B	Diesel	999 m ³ /h
Y-P3001 J	Eléctrico	9,1 m ³ /h
Y-P3001 C	Diesel/Neumática	1500 m ³ /h

La Bomba Y-P3001A trabaja mediante un motor eléctrico, está encargada de mantener el sistema de contra incendios con la demanda normal de agua.

Posee dos tipos de arranque, manual y automático, el arranque automático actúa cuando la presión ha disminuido (presión por debajo de los 10 Kg/cm².) o por el accionamiento de una alarma contra incendios realizada en cualquier parte de la planta.

La Bomba Y-P3001 B es comandada con motor Detroit de combustión interna a diesel el mismo que posee un tablero de control propio con alimentación de 110Vac y dos bloques de baterías independientes de 24V para su arranque, las mismas que son cargadas a través de dos cargadores internos del tablero. Este equipo podrá funcionar tanto en manual como en automático. El arranque automático es comandado por un pressure switch que está alojado en el interior del tablero de control el mismo que permite el arranque de la bomba cuando la presión ha caído hasta 8 kg/cm².

La bomba Y-P3001 J, posee un motor eléctrico con capacidad para 9.1 m³/h que sirve para mantener presurizada la línea del sistema a 10.5 kg/cm², la bomba se apaga cada vez que en la línea exista una presión mayor a 11.5 kg/cm².

La Bomba Y-P3001 C funciona con un motor Cummins mecánico a diesel el mismo que posee un tablero de control Firetrol propio con alimentación de 110Vac y dos bloques de baterías independientes de 12 V las mismas que son cargadas a través de dos cargadores internos del tablero y sirven para su arranque tanto en manual como en

automático. Además, esta bomba está provista de un compresor comandado con un motor eléctrico y un acumulador de aire comprimido establecido a 15kg de presión para arranque solo local. El arranque en manual se lo realiza localmente y el automático mediante un pressure switch que está alojado en el interior del tablero de control el mismo que permite el arranque de la bomba cuando la presión ha caído hasta 8 kg/cm².

Esta bomba se acciona 30s después de mantenerse la caída de presión por motivos como la falla en el arranque de la bomba Y-P3001B o debido a la demanda en la planta, aún funcionando las bombas Y-P3001A y la Y-P3001B. Una vez encendido éste equipo solo podrá ser apagado localmente.

En la figura 1.2 se puede observar un esquema de la RCI, partiendo desde la estación Toma de Agua ubicada a orillas del Río Esmeraldas, hasta el inicio de la RCI, en la estación de bombeo.

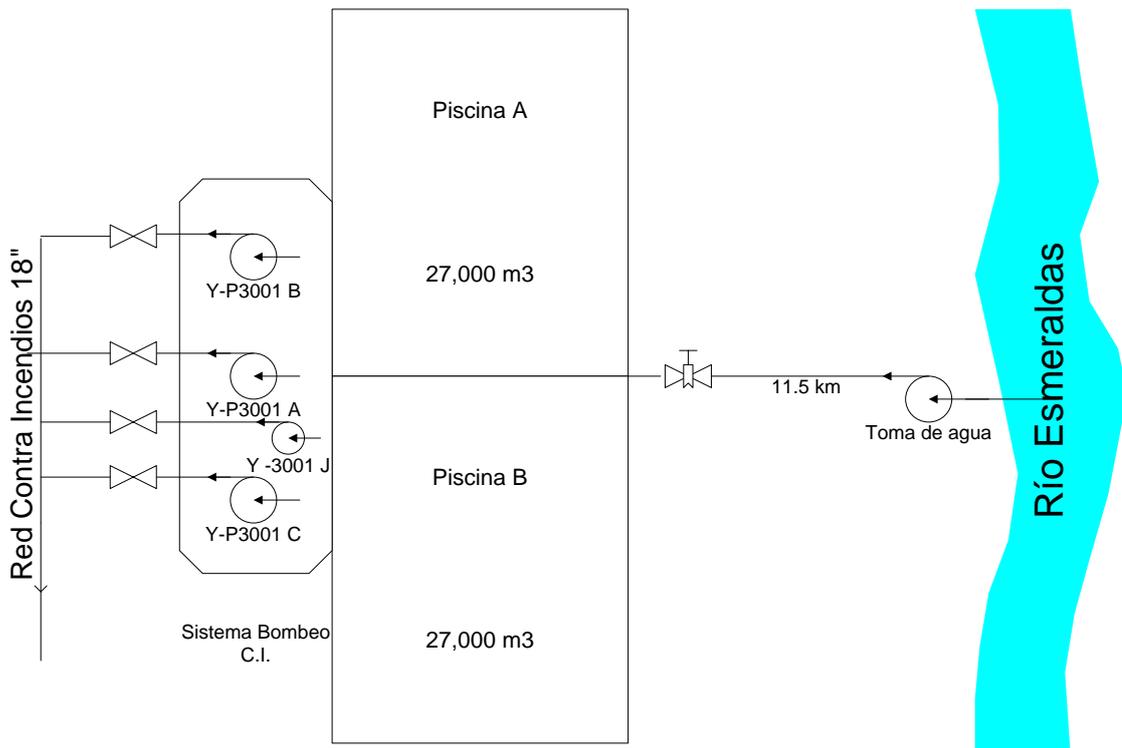


Figura 1.2

Esquema del Sistema de Bombeo de la Red Contra Incendios REE.

1.4.1.2 Red del sistema contra incendios.

La tubería es la parte evidente de la RCI, se encuentra enterrada y en la superficie, es metálica, debidamente soportada, protegida contra la corrosión y los posibles movimientos sísmicos o de expansión de la misma.

La red principal de agua de contra incendios tiene un diámetro de 18", existen ramificaciones de diferente diámetro, como 6 in. para las columnas del sistema de rociadores que se reduce a 4 in. para el anillo de rociadores.

A lo largo de la red existen válvulas de seccionamiento que permiten desincorporar partes de los sistemas conectados a la misma. Se define como sistema cualquier consumo de agua: sistemas de rociadores, hidrante, monitor, etc.

Los hidrantes, se derivan directamente de la red, con la finalidad de conectar mangueras de gran tamaño que permita al personal especializado el control de un incendio. Los hidrantes existentes son de barril húmedo (o tropical), la tubería de la conexión del hidrante es de 6".

El número de los hidrantes en una red y su espaciamiento esta supeditado a las necesidades de protección y las sugerencias de la autoridad con jurisdicción. En la REE los hidrantes están ubicados de 30 a 40 metros de distancia cada uno en las áreas de proceso. Fuera del área de proceso, los hidrantes están ubicados de 70 m. a 90 m. de distancia. Se disponen de un total de 149 hidrantes.

En conclusión la red del sistema de contra incendios consta de lo siguiente:

- a.** Hidrantes
- b.** Hidrantes Monitor
- c.** Válvulas de Bloqueo

1.4.1.3 Sistema de rociadores

Es un sistema diseñado para fines de protección contra incendios, está integrado por tuberías subterráneas, tuberías elevadas y roceadores. La tubería presenta un diámetro especial a la cual están conectados los roceadores en un patrón sistemático, existen válvulas en la tubería de alimentación que controlan el paso del agua hacia los roceadores.

Este sistema esta constituido para proteger y dar seguridad a las siguientes instalaciones:

- a. Enfriamiento de bombas.
- b. Enfriamiento en intercambiadores.
- c. Enfriamientos en TKS y esferas.
- d. Enfriamiento en acumuladores.
- e. Enfriamiento en isla de carguío.
- f. Enfriamiento en envasadora de gas L.P.G. doméstico

1.4.1.4 Sistemas de espumas y agente de extinción

Actualmente Refinería esta utilizando cuatro tipos de agentes:

- a. Espuma Flúorproteínica (AER-O-FIAM 3%)
- b. Agente Cold FIRE.
- c. Espuma AFFF. (AQUEOUS FILM FORMING FOAM 3%)
- d. Polvo químico seco púrpura K

1.3.1.5 Sistemas fijos de extinción

Actualmente la Refinería tiene los siguientes tipos fijos de extinción de incendios:

- a. Un Tanque de espuma fijo de 3200 gln. instalado en automático/manual para los tanques de Fuel Oil Y-T8062/63.
- b. Un Tanque de espuma fijo de 5600 gln. instalado en automático/manual para los tanques de diesel y fuel oil Y-T8028/29/32/33/53.
- c. Un Sistema de detección y extinción ARGONFIRE instalado en automático/manual en el cuarto de control (Bunker).

- d. Un Sistema CARDOX de contra-incendio en automático/manual de CO₂ en turbogeneradores Y-G7001/2/3.
- e. Un Tanque de espuma fijo de 600 gln. instalado en automático/manual en la Isla de Carguío de Productos blancos de las Llenaderas.

Adicionalmente, se dispone de un equipo doble agente que tiene dos sistemas para extinción de incendios: concentrado AFFF y polvo químico seco (púrpura K) este equipo se encuentra ubicado en la estación reductora del TEPRE.

1.4.2 Obstrucciones en las redes contra incendios¹

1.4.2.1 Corrosión

Se entiende por corrosión la interacción de un metal con el medio que lo rodea, produciendo el consiguiente deterioro en sus propiedades tanto físicas como químicas.

La característica fundamental de este fenómeno, es que sólo ocurre en presencia de un electrolito, ocasionando regiones plenamente identificadas, llamadas estas anódicas y catódicas: una reacción de oxidación es una reacción anódica, en la cual los electrones son liberados dirigiéndose a otras regiones catódicas. En la región anódica se producirá la disolución del metal (corrosión) y, consecuentemente en la región catódica la inmunidad del metal.

Los tipos de corrosión se clasifican de acuerdo a la apariencia del metal corroído, dentro de las más comunes están:

- a. Corrosión uniforme: Donde la corrosión química o electroquímica actúa uniformemente sobre toda la superficie del metal.
- b. Corrosión galvánica: Ocurre cuando metales diferentes se encuentran en contacto, ambos metales poseen potenciales eléctricos diferentes lo cual favorece la aparición de un metal como ánodo y otro como cátodo, a mayor diferencia de potencial el material con mas activo será el ánodo.

¹ Tomado del NFPA 25.

- c. Corrosión por picaduras: Aquí se producen hoyos o agujeros por agentes químicos.
- d. Corrosión ínter granular: Es la que se encuentra localizada en los límites de grano, esto origina pérdidas en la resistencia que desintegran los bordes de los granos.
- e. Corrosión por esfuerzo: Se refiere a las tensiones internas luego de una deformación en frío.

1.4.2.2 Incrustaciones en la tubería

Las incrustaciones se han encontrado como el material más probable de obstrucción, incluyendo la producida por corrosión microbiológica.

Los sistemas que se encuentran continuamente secos, sufren la condensación de humedad en el suministro de aire y forman una incrustación dura, material microbiológico y producto de corrosión a lo largo y fondo de la tubería.

1.4.2.3 Descuido en la instalación o reparación

Muchas de las obstrucciones son causadas por el descuido de los trabajadores durante la reparación o instalación de las redes de tuberías en el sistema de roceadores. Algunas de las obstrucciones que se han encontrado son madera, brocha de pintura, arena, guantes, etc.

1.4.3 Fuente de agua cruda.

Se pueden succionar e introducir en la toma de agua, material del fondo de los ríos, lagunas o depósitos abiertos cerca de las bombas de incendio con tomas mal distribuidas o filtros inadecuados. Las obstrucciones incluyen materiales finos compactados con el barro, arena, materiales gruesos como graba, carbón a medio quemar, pavesas, astillas de madera, palos etc.

El agua cruda en Refinería Estatal Esmeraldas, proviene del Río Esmeraldas, El sistema hidrográfico del río está formado por el río Blanco, el Guayllabamba, el Toachi y el Quinindé. Su nacimiento se encuentra en los deshielos de la cordillera y el río Guayllabamba es el afluente más largo que recoge las aguas del norte del callejón interandino, su cuenca abarca los 20 000 km² según servidatos S.A.1999. De este río a

11,5 Km. de la REE. se encuentra la toma de agua, donde se realiza la captación y el bombeo del agua hasta la refinería. En el cuadro 1.2, se puede observar datos físico – químicos del agua del Río Esmeraldas en la toma de agua y en las piscinas de agua cruda.

Cuadro 1.2 Caracterización Físico – Química del agua de las piscinas A y B. Agua que ingresa a la red de contra incendios. Estudio de agua contra incendios para evitar taponamiento del sistema de roceadores. Tcnlg. Sara Bedoya.

Descripción	Unidad	Sistema Contra Incendios REE	Toma de agua REE
pH	1-14	8.3	7.6
Conductividad	uS/cm	156.6	155.8
Turbidez	N.T.U	36.0	37.8
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	104.6	104.0
Dureza magnésica	mg/l	18.25	26.5
Dureza cálcica	mg/l	29.5	28.6
Dureza Total	mg/l	47.6	45.0
Cloruros	mg/l	9.4	11.9
Fosfatos	mg/l	0.36	0.57
Sílice	mg/l	21.4	22.1
Sulfatos	mg/l	16.6	16.7
Alcalinidad	mg/l	52.7	50.44

1.4.3.1 Proliferaciones biológicas

Las proliferaciones biológicas causan obstrucciones de tubería. Existe una gran variedad de organismos vivos que su desarrollo provoca la obstrucción de tuberías y varios elementos de la red, dentro de sistemas que utilizan agua cruda de ríos o lagos.

En la figura 1.3 encontramos adultos de *veneroidea corbiculina* encontrados en el sistema contra incendios de la REE.



Figura 1.3 Adulto de *veneroidea corbiculina* en la red contra incendios REE

Las obstrucciones de rociadores y tuberías por bivalvos ya ha sido reportado en varios países de América, desde los Estados Unidos hasta Chile, según Darrigan(1997), Profesor de la Facultad de Ciencias Naturales de la UNLP (Uruguay), señala la presencia de moluscos pertenecientes a tres especies oriundas del extremo Oriente en la Cuenca de la Plata. Dos de ellas tienen características de especies invasoras, que afectan la fauna local y podrían dañar construcciones del tipo de tomas y plantas potabilizadoras de agua. Además recalca la importancia del conocimiento de la biología de estos moluscos para intentar controlar y conservar el ecosistema nativo y las obras civiles.

Berta López Macías, ambientóloga española describe un singular problema en el río Ebro en su artículo: “El mejillón cebra amenaza las aguas dulces ibéricas”, en donde se presenta la problemática y la falta de tecnología y conocimiento para combatir a esta “plaga”. Este mejillón, es un molusco proveniente del mar Negro, que ha llegado hasta diferentes regiones de Europa y América, a través de la navegación. Al ocupar zonas donde no existían especies con características ecológicas similares, el invasor se halla libre de depredadores, parásitos o competidores, y gracias a su prodigiosa capacidad de multiplicación se extiende sin control. Las especies autóctonas que nunca han tenido que enfrentarse al mejillón cebra, se encuentran indefensas.

El mejillón cebra ha llegado a constituir un problema tal, que no sólo hace peligrar las condiciones ambientales, sino también las económicas en España, especialmente en el sector de Flix donde en el caso de las centrales, utilizan el agua para su sistema de refrigeración; en el de la química, para producir la electrólisis de la sal y producir hipoclorito sódico. Todas estas empresas, tienen canales y sistemas de tubería de recogida y suelta de agua, el mejillón cebra se encuentra en unas densidades tales, que es capaz de taponar rejillas, compuertas, cadenas, tuberías y canales utilizados por la industria para captar y verter aguas al río.

Los métodos manuales, químicos, termales o por ondas de radio para erradicar esta especie una vez introducida son muy costosos y no siempre satisfactorios para la conservación de los ecosistemas afirma Ramón Álvarez (2002), miembro de la Sociedad Española de Malacología. En EEUU, la presencia de este bivalvo invasor está causando pérdidas multimillonarias (2.000 millones de dólares en unos 10 años).

En todo el mundo se han intensificado los esfuerzos de científicos y Administraciones públicas para investigar y combatir la introducción y proliferación de esta especie, habiéndose creado para ello centros de alerta y control (Nalepa & Schloesser, 1993).

Según Álvarez (2002), la obstrucción de las conducciones hidráulicas se controla manteniendo revisiones periódicas y aplicando métodos químicos o termales de eliminación de los racimos de mejillón cebra. Además, es preciso fumigar con molusquicidas las embarcaciones que navegan por zonas infestadas antes de que se trasladen a zonas no afectadas, así como prohibir expresamente el uso del mejillón cebra como cebo para pesca.

Brugnoli, E. y Clemente, J. 2002., describen la problemática del mejillón dorado en las cuencas hidrográficas del Río Uruguay, Río Negro, Río de la Plata y Río Santa Lucía. Las especies invasoras impactan negativamente sobre la biodiversidad y las especies autóctonas de los ecosistemas invadidos. En Argentina investigaciones realizadas en las costas del Río de la Plata encontraron cambios en la composición faunística debido al mejillón dorado. Se hallaron nuevas especies de Anélidos y disminución en el número de especies de moluscos.

En las actividades humanas este mejillón afecta indirectamente las instalaciones hidráulicas, genera la obstrucción de filtros, inutilización de sensores hidráulicos, daños en los sistemas de refrigeración, daños en las bombas de captación o disminución en el diámetro de las tuberías de conducción del agua por la incrustación. Hasta la fecha en Uruguay ocasionó problemas en plantas potabilizadoras de agua, tomas para riego, instalaciones de represas hidroeléctricas, puertos o frigoríficos que utilizan el agua como insumo.

La presencia de estos organismos, a las empresas afectadas les generó costos indirectos debido al incremento en la frecuencia de tareas de mantenimiento, reparación de equipos, cambio de estructuras, mayor consumo energético para el bombeo de agua o inversiones en recursos destinados a programas de control y erradicación de las colonias invasoras.

La almeja asiática se ha encontrado en sistemas de protección de incendios abastecidos por agua cruda. Mediante el suministro adecuado de alimento y luz solar, las almejas pueden crecer 9 mm a 1 mm de concha en un año, sin embargo, en las tuberías y los rociadores el crecimiento es menor.

Las almejas se introducen en los sistemas de protección de incendios en estado larval o cuando todavía son muy pequeñas, se adhieren al tubo y se alimentan de bacterias o algas dentro de las tuberías.

Los bivalvos, pertenecen a una clase de animales invertebrados dentro de los moluscos, también conocidos como lamelibranquios por sus branquias en forma laminar, se caracterizan por tener una concha con dos piezas o valvas.

Meglitsch (1988), describe a los lamelibranquios con el plano de simetría del cuerpo situado entre ambas valvas, la simetría es bilateral, los dos lóbulos del manto y las dos valvas de la concha crecen tan activamente hacia adelante, hacia atrás y hacia abajo que el cuerpo blando, siempre queda contenido dentro de la concha cuando se cierran y juntan los bordes libres de las valvas. La apertura se logra mediante un músculo aductor, músculo de cierre que atraviesa las valvas.

Según Gardiner (1984) el filum molusco es el segundo con la mayor cantidad de especies vivas, la actividad de los bivalvos puede también afectar directamente las características físicas de sus hábitats según Severeyn (1995). La deposición de calcio en las conchas a medida que crecen puede reducir drásticamente la concentración de este elemento disuelto en agua conduciendo, en poblaciones masivas de moluscos, a una considerable reducción de la dureza del agua. En este sentido, el crecimiento de moluscos bivalvos produce ciclos estacionales en la concentración del calcio en el agua, la cual se ha comprobado es mayor en invierno cuando el crecimiento valvar es mínimo, y menor en verano cuando el crecimiento valvar es el mas alto durante el año.

1.4.3.2 Depósito de carbonato de calcio.

Las aguas frescas naturales contienen calcio y sales de magnesio disuelto en varias concentraciones, dependiendo de la fuente y localización del agua. Si la concentración de estas sales es alta el agua se la considera como dura. Una película delgada compuesta de carbonato de calcio CaCO_3 , ofrece una protección contra la corrosión cuando fluye agua dura por las tuberías.

La capacidad de carbonato de calcio, de precipitarse en la superficie de la tubería depende también de la acidez o alcalinidad total del agua, la concentración de sólidos disueltos en el agua y su pH.

En consecuencia la formación de incrustación ocurre naturalmente en los rocedores obstruyendo el orificio, la formación de incrustaciones se produce en el metal más noble de la serie electroquímica como es el cobre.

1.4.4 Corrosión microbiológica

Las proliferaciones biológicas afectan principalmente el sistema de rocedores, estas proliferaciones de hongos y bacterias en su mayoría, producen grandes colonias en forma de películas biológicas llamadas limos.

Las colonias se forman en las superficies humedecidas de los tubos, tanto en sistemas secos como húmedos, depositan hierro, manganeso y varias sales sobre la superficie del tubo formando depósitos (llamados nódulos, tubérculos o carbúnculos).

Los depósitos pueden causar obstrucción del flujo y desprenderse causando taponamiento del rociador.

La corrosión biológica esta influenciada por otras formas de corrosión (oxígeno, grietas, depósitos, otras incrustaciones), las comunidades microbianas contienen muchos tipos de microbios, incluyendo formadores de limo, productores de ácido, depositantes de hierro, reductores de sulfato, todos estos provenientes desde la fuente de captación del agua.

En tuberías de acero la corrosión biológica se observa como depósitos en la superficie interna de los tubos, tomando coloraciones naranja, rojo, castaño, negro y blanco, dependiendo de las condiciones locales y la química del agua. Los depósitos con coloraciones castañas, naranjas y rojas son más comunes en partes oxigenadas del sistema y contienen en su mayoría formas oxidadas de hierro, con productos reducidos (color negro) en el interior. Los depósitos negros son más frecuentes en tuberías de diámetro menor y ubicados lejos de la fuente de agua, estos depósitos contienen formas reducidas de productos de corrosión, los depósitos blancos contienen frecuentemente incrustaciones de carbonato.

La corrosión microbiológica de las aleaciones de cobre se presenta como depósitos más pequeños de coloración verde o azul. También pueden producirse limos azules en tuberías de cobre o componentes de cobre.

Las pruebas para identificar una corrosión microbiológica se basan en la identificación y cuantificación de hierro, oxígeno y pH.

La ocurrencia y gravedad de la corrosión microbiológica es aumentada por:

- a. Uso de agua sin tratar para probar y llenar tuberías de rociadores.
- b. Introducción de agua nueva y sin tratar que contenga microbios, sales y nutrientes.
- c. Suciedad, desechos, aceites y mezclas para uniones en el ensamblaje de la tubería.

1.4.4 Transferencia de calor

La transferencia de calor es un proceso físico, por el cual un cuerpo intercambia energía en forma de calor con otro cuerpo o consigo mismo, según Lifschitz, 1993, el calor se transfiere mediante convección, radiación o conducción, estos procesos pueden tener lugar simultáneamente o podría predominar uno de ellos.

Weber, 2005, define al calor como la energía de la actividad molecular; la conducción es la comunicación directa de la energía molecular a través de una sustancia por medio de colisiones entre sus moléculas. Los metales, al contener electrones libres, son buenos conductores de la electricidad; Estos electrones contribuyen también poderosamente a la conducción del calor, por esto, los metales son magníficos conductores térmicos.

Tapia, explica que en sólidos, la conducción es la única forma de transferencia de calor y se debe, en parte, al movimiento de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura. Así los buenos conductores eléctricos también tienden a ser buenos conductores del calor.

Según Weber, la cantidad de calor que fluye a través de un cuerpo por conducción depende del tiempo, área a través de la cual fluye, gradiente de temperatura y clase de material.

Los gases tienen una conductividad muy baja al igual que los líquidos. En sólidos, la conductividad térmica tiende a variar mucho, desde valores bajos como las fibras de amianto, hasta valores muy altos como los metales. Los materiales fibrosos, como el fieltro o el amianto, son muy malos conductores, pero a la vez buenos aislantes.

La convección es una forma de transmisión del calor de un lugar a otro por movimiento de la materia caliente, La transferencia de calor por corrientes de convección en un líquido o en un gas, está asociada con cambios de presión, y densidad según Weber.

Alba clasifica a la convección en natural y forzada; En la convección forzada se obliga al fluido a fluir mediante medios externos, como un ventilador o una bomba, en la convección natural el movimiento del fluido es debido a causas naturales, como el efecto de flotación, el cual se manifiesta con la subida del fluido caliente y el descenso del fluido frío.

La convección forzada se clasifica a su vez en interna y externa dependiendo del canal del fluido. Así Alba explica que el flujo de un fluido no limitado por una superficie (placa, alambre, exterior de un tubo) es flujo externo. El flujo por un tubo o ducto es flujo interno si ese fluido está limitado por completo por superficies sólidas.

El método de las corrientes de convección es uno de los más eficaces de transferencia de calor y debe tenerse en cuenta cuando se diseñe o construya un sistema de aislamiento, según Weber.

La transferencia de calor por radiación no requiere ningún medio material intermedio en el proceso. Weber ejemplifica la transferencia de calor por radiación con la energía que se traslada desde la superficie del sol hasta la tierra, donde es absorbida y convertida en energía calorífica.

Lifschitz define la radiación cuando las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío; Se aplica a toda clase de fenómenos relacionados con ondas electromagnéticas. En 1905, Albert Einstein sugirió que la radiación presenta a veces un comportamiento cuantizado: en el efecto fotoeléctrico, la radiación se comporta como minúsculos proyectiles llamados fotones y no como ondas. Un cuerpo que absorbe esta energía radiante la convierte en calor, como resultado de un aumento de su velocidad molecular.

Según Weber, todos los cuerpos calientes emiten energía radiante y la emiten hasta que encuentran cualquier objeto donde, en general, es parcialmente reflejada, parcialmente absorbida y parcialmente transmitida.

1.4.4.1 Intercambiador de calor

El objetivo de un intercambiador de calor es transferir calor de un fluido a otro, pudiendo los fluidos estar separados por medio de una barrera sólida o en contacto; En la actualidad los intercambiadores de calor se encuentran distribuidos ampliamente en las industrias, el hogar, medios de transporte, etc.

Lacoa, 1098 clasifica a los intercambiadores de calor en cuatro tipos, de acuerdo a la disposición de los fluidos; El tipo de intercambiador que se va a diseñar depende del flujo de calor, el tamaño y peso, caídas de presión y economía.

El tipo mas sencillo de intercambiador es el de doble tubo, este consiste en un tubo interno en el cual circula uno de los fluidos, mientras que el otro fluido circula por el espacio anular. Dependiendo del sentido del flujo se clasifica en flujo paralelo y flujo contracorriente.

El intercambiador tipo carcaza y tubo es el intercambiador más ampliamente usado en la industria, un fluido fluye por el interior de los tubos, mientras el otro es forzado a través de la carcaza y sobre el exterior de los tubos. Se suele utilizar para una mayor transferencia de calor, deflectores ó placas verticales.

En los intercambiadores tipo flujo cruzado, los fluidos pueden moverse en flujo perpendicular uno al otro. Los intercambiadores en flujo cruzado se utilizan comúnmente en procesos de enfriamiento o calentamiento de aire o gas.

El cuarto tipo de intercambiador, es el tipo compacto, estos intercambiadores de calor tienen una relación área superficial/volumen mayores que $700 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Según Lacoa 1998. Se denominan compactos debido a su pequeño tamaño y peso, los intercambiadores de calor compactos se encuentran en la industria automotriz, industria aéreo - espacial y en sistemas marinos.

1.4.4.2 Coeficiente global de transferencia de calor

Según Yunus, 2006, el coeficiente global de transferencia de calor es el primer parámetro a analizar en el diseño de un intercambiador de calor.

El estudio de los intercambiadores de calor supone que el tubo exterior, carcasa o casco, está perfectamente aislado térmicamente, es decir, no exista intercambio de calor con el exterior. Se puede considerar que, a efectos de transferencia de calor, el intercambiador se comporta como una pared cilíndrica bañada por dos fluidos a diferente temperatura y cuyo coeficiente global de transferencia tiene la expresión:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_o}$$

Donde:

U = Coeficiente global de transferencia de calor

h_i = Coeficiente de la película interior

h_o = Coeficiente película exterior

Esto para el caso en que la pared del tubo interior sea suficientemente delgada.

Dentro del cálculo del coeficiente global de transferencia de calor se toma en cuenta el factor de incrustación.

Debido al paso del tiempo se acumulan depósitos sobre las superficies de transferencia de calor de los intercambiadores que incrementan la resistencia térmica y hacen que disminuya la velocidad de transferencia de calor. El efecto neto de la acumulación de depósitos se cuantifica mediante el llamado factor de incrustación, que está tabulado para los diferentes fluidos.

La acumulación puede producirse en la pared interior, en la exterior o en las dos simultáneamente lo cual se reflejará en el coeficiente global de transferencia de calor, representada por la expresión:

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{h_i} + R_{fi} + R_{fo} + \frac{1}{h_o}$$

Para realizar el cálculo del área de transferencia, se utiliza el método de la temperatura media logarítmica, según Yunus, esta definida por la expresión:

$$Q = U * A_s * \Delta T_{ml}$$

Donde:

Q = Calor

A_s = Superficie de intercambio

ΔT_{ml} = Temperatura media logarítmica

Para ΔT_{ml}, se tiene la expresión:

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln\left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}\right)}$$

En un proyecto es necesario calcular los coeficientes de transferencia de calor individuales, pero suele ser útil en las estimaciones preliminares tener un valor aproximado de U, según Lacoa, se debe simular las condiciones que han de encontrarse en la práctica. Se debe tener en cuenta que, en muchos casos, el valor U viene determinado casi completamente por la resistencia térmica en una de las películas fluido/sólido, como sucede, por ejemplo, cuando uno de los fluidos es un gas y el otro un líquido o si uno de los fluidos es un líquido en ebullición con un coeficiente de transferencia térmica muy grande.

CAPITULO 2: MÉTODOS Y TÉCNICAS.

2.1. Reconocimiento y monitoreo de la red contra incendios

Se realizó el reconocimiento del sistema de bombeo de la RCI, se monitorearon caudales y presiones de cada una de las bombas que integran el sistema; Este representó un punto crítico para la investigación ya que es en este sitio en el cual la larva *veneroidea corbiculina* ingresa a la RCI.

Se realizaron reconocimientos, inspecciones y monitoreos de la red del sistema contra incendios, se identificaron tuberías principales, secundarias, secciones, válvulas, hidrantes, roceadores y demás componentes de la RCI.

Se establecieron tres puntos de monitoreo de la red, el primero ubicado en la parte alta de la red en el área de SETRIA, el segundo punto en las esferas de LPG ubicadas en la parte media de la red y el tercero en la parte baja de la red en el área de efluentes, los detalles se pueden observar en la tabla 2.1.

Se busco la presencia del molusco veneroidea corbiculina en estado adulto a lo largo de toda la red de contra incendios y en los componentes de la misma. Incluyendo sistemas de rociadores e hidrantes de las partes medias y bajas de la red.

Tabla 2.1 Puntos críticos y de monitoreo de la red de contra incendios

	Tipo	Área	Ubicación
Sistema de bombeo	Crítico/Monitoreo	Clarificador	Piscinas de agua Cruda
Punto Alto de la red de contra incendios	Monitoreo	SETRIA	Hidrante No. 140 frente al tanque Y-T8061
Punto Medio de la red de contra incendios	Crítico/Monitoreo	Esferas LPG	Hidrante No. 9 frente al tanque Y-T7003(agua filtrada)
Punto Bajo de la red de contra incendios	Monitoreo	Efluentes	Hidrante s/n frente al DAF`s YME4011p4d

2.2 Pruebas preliminares

2.2.1 Caracterización del agua cruda

Se realizó una caracterización físico – química del agua cruda de la red de contra incendios, la toma de muestras se la realizó en los puntos críticos del sistema bajo los parámetros de toma de muestras de la Unidad de Control de Calidad. Los parámetros medidos dentro de la caracterización se encuentran en la tabla 1.2.

2.2.2 Identificación de veneroidea corviculina en estado larval

Para la identificación de la larva se tomaron 60 muestras, distribuidas en cinco muestras por día, la muestra fue recolectada del pozo de succión ubicado en el sistema de bombeo de la red de contra incendios. Las muestras fueron tomadas con la ayuda de un toma muestras de hierro forjado de aproximadamente 500 ml. Las muestras recolectadas con el toma muestras se depositaron en recipientes plásticos opacos de 750 ml.

En laboratorio las muestras fueron analizadas en microscopio óptico con un aumento de 100 x y 400 x, con la ayuda del colorante cristal violeta.

2.2.3 Cultivo de veneroidea corbiculina en estado larval

2.2.3.1 Primer cultivo de veneroidea corbiculina

El cultivo de veneroidea corbiculina en estado larval se lo realizó a partir de muestras de agua cruda, tomadas en el pozo de succión del sistema de bombeo de la red de contra incendios, con la ayuda de un toma muestras.

Las muestras de agua cruda depositadas en recipientes plásticos opacos de 1000 ml. Se cultivaron a temperatura ambiente sin la presencia de luz por un período de 30 días.

Se realizó un total de veinte muestras para el primer cultivo tomadas en las mismas condiciones, las muestras fueron tomadas en el período de cuatro días.

2.2.3.1 Segundo Cultivo de veneroidea corbiculina

Para el segundo cultivo se utilizó muestras de agua cruda tomadas de dos puntos diferentes de la red, el primer punto (Punto 1) ubicado en el pozo de succión del sistema de bombeo de la red de contra incendios. El segundo lugar de muestreo (Punto 2) correspondiente a la parte media de red, fue recolectado del hidrante No. 9 en el área donde se ubican las esferas de LPG.

Las muestras de agua cruda fueron recolectadas con un toma muestras, se depositaron en recipientes opacos y transparentes, para evaluar el desarrollo larval en ausencia y presencia de luz.

Se probó cultivos en presencia de sedimentos, para lo cual se tomó aproximadamente 250 gr. de sedimentos extraídos del fondo de las piscinas de agua cruda.

En la tabla 2.2 se encuentran los cultivos realizados en esta etapa, el cultivo fue realizado por un período de 30 días, con tres repeticiones por cultivo.

Tabla 2.2 Cultivos de veneroidea corbiculina realizados en agua cruda

Cultivo	Punto de Muestreo	Sedimentos	Luz
	Punto 1	Ausencia	Presencia
		Ausencia	Ausencia
		Presencia	Ausencia
		Presencia	Presencia
	Punto 2	Ausencia	Presencia
		Ausencia	Ausencia
		Presencia	Ausencia
		Presencia	Presencia

2.2.4 Recolección, concentración y cultivo de veneroidea corviculina en estado larval mediante filtros

Se recolecto fango de la RCI, para ello se utilizo filtros de nylon ubicados en el sistema de bombeo de la red, las trampas de fango fueron instaladas en un desfogue de la bomba Y-P3001A, las trampas recolectaron el fango por un período de 5 días.



Figura 2.1 Trampa de fango instalada en el sistema de bombeo REE.

Se concentró la larva de veneroida corbiculina del fango recolectado, mediante la malla No. 140, que presenta una apertura de $106 \mu\text{m}$. Se identificó la larva mediante el microscopio óptico con un aumento de 100x y 400x.

El cultivo fue realizado a partir de una dilución del fango recolectado con agua cruda tomada de la RCI, Para esto se utilizó aproximadamente 500 gr. de fango en 500 ml. de agua cruda, la figura 2.1 presenta una fotografía del cultivo.

Se realizaron diez cultivos tomados de dos muestras del fango recolectado, el pH promedio del fango cultivado fue de 7.5, con una conductividad eléctrica promedio de 125.1. Las propiedades físico – químicas de los cultivos se encuentran en la tabla 2.3, obtenida de los datos en el anexo 11.

Tabla 2.3 Propiedades Físico Químicas de los cultivos de veneroidea corbiculina

	<i>Ph</i>	<i>Conductividad eléctrica (uS/cm)</i>	<i>Temperatura</i>
Media	7,5	125,1	18,5
Error típico	0,08	1,29	0,17
Nivel de confianza(95,0%)	0,18	2,91	0,38

2.2.5 Evaluación de oxígeno disuelto en la red de contra incendios

Se evaluó el oxígeno disuelto en los puntos críticos, en los puntos de muestreo de la red de contra incendios y en las piscinas de agua cruda.

Este análisis fue realizado en la Unidad de Control de Calidad de REE, mediante el método Winkler con escala de 0 a 10 ppm de oxígeno disuelto en muestras de 250 ml.

Tabla 2.4 Puntos de evaluación de oxígeno disuelto en el sistema contra incendios.

Muestra	Lugar de recolección de la muestra
Oxigeno 1	Piscinas de agua Cruda
Oxigeno 2	Hidrante No. 140 frente al tanque Y-T8061
Oxigeno 3	Hidrante No. 9 frente al tanque Y-T7003(agua filtrada)
Oxigeno 4	Hidrante s/n frente al DAF`s YME4011p4d

2.2.6 Cultivo de veneroidea corviculina en estado larval con adición de oxígeno, nutrientes y corrosión biológica.

Se realizó un cultivo de la larva de veneroidea corbiculina en estado larval mediante fango recolectado del sistema de bombeo de la RCI, el fango fue recolectado mediante filtros de nylon, las trampas de fango fueron instaladas en el desfogue de la bomba Y-P3001A; el período de recolección del fango fue de 5 días.

Los tanques de cultivo fueron diseñados y construidos por la Unidad de Calderería y Soldadura de la REE, para ello se utilizó una tubería de 10" soldadas en una placa de hierro de 50 cm x 50 cm, como se muestra en la figura 2.2 y 2.3.

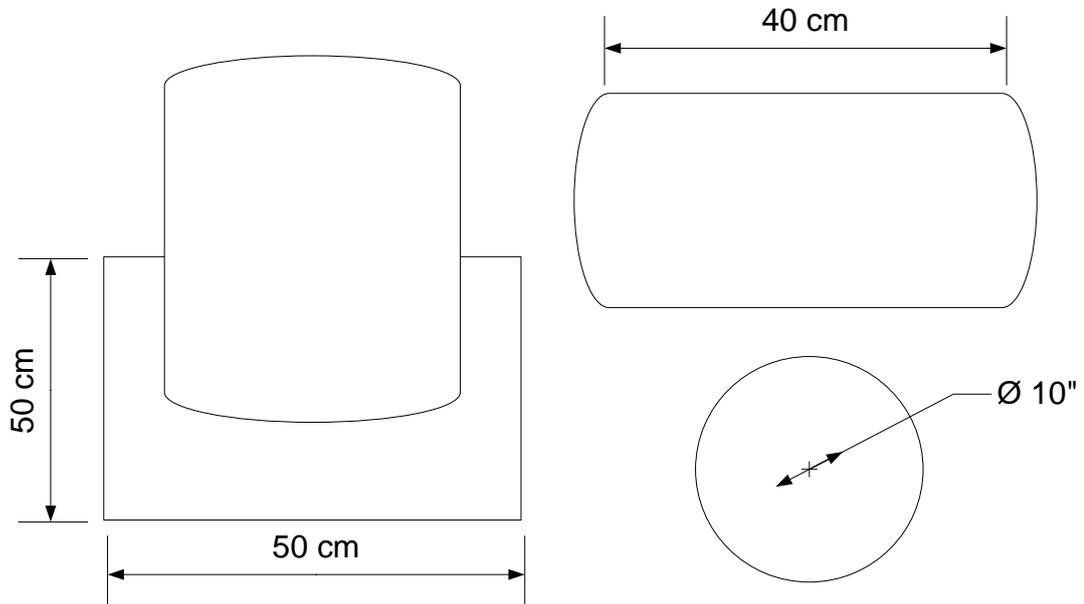


Figura 2.2 Esquema del tanque de cultivo



Figura 2.3 tanque de cultivo veneroidea corbiculina

500 gr. de fango recolectado fue depositado en el tanque de cultivo, con la adición de 4000 cm³ de agua cruda tomada del sistema de contra incendios de la REE, la oxigenación se la consiguió mediante una bomba de 100 watts. Utilizada para oxigenar peceras como se observa en la figura 2.4



Figura 2.4 Cultivo de veneroidea corbiculina en fango colectado

2.3 Tratamientos realizados a larva y adulto de veneroidea corbiculina

2.3.1 Tratamientos realizados a veneroidea corviculina en estado larval

Se probó el efecto de la temperatura y la adición de cloro en forma independiente en las larvas de veneroidea corbiculina, para esto se utilizó como base una solución de hipoclorito de sodio al 5%; diluido en concentraciones de 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 250 ppm, y 500 ppm. Se probó seis tiempos exposición al hipoclorito de sodio.

Para evaluar el efecto de la temperatura, se sometió a la larva de veneroidea corbiculina a tres diferentes temperaturas las cuales fueron de 40° C, 60° C y 80° C.

2.3.1.1 Evaluación de tratamientos

Para evaluar el efecto del cloro, se recolecto la larva de veneroidea corbiculina a partir de trampas de fango instaladas en el sistema de bombeo de contra incendios, se realizó una concentración mediante la malla No. 140 y se diluyó con agua destilada.

Se preparó soluciones de 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 250 ppm, y 500 ppm. a partir de una solución madre de hipoclorito de sodio al 5 %.

Se tomaron 25 ml. del concentrado de veneroidea corbiculina, y se agregaron 50 ml. de las soluciones de hipoclorito de sodio, se establecieron varios tiempos de exposición trabajando con tres repeticiones por tratamiento, como se puede observar en la tabla 2.6.

El efecto del hipoclorito en la larva se midió mediante el porcentaje de larvas activas e inactivas presentes en un conteo utilizando el microscopio óptico con un aumento de 100x, proceso realizado en la Unidad de Control de Calidad de la REE.

Tabla 2.6 Tratamientos realizados en veneroidea corbiculina, con la dosificación de cloro utilizada y el tiempo de exposición.

Tratamiento	Dosificación de cloro utilizada (ppm)	Tiempo de exposición
Cloro altas concentraciones*	100	30 min.
		60 min.
		120 min.
	250	30 min.
		60 min.
		120 min.
	500	30 min.
		60 min.
		120 min.
Testigo para cloro**	0	0 min.
Cloro bajas concentraciones*	25	24 horas
		48 horas
		72 horas
	50	24 horas
		48 horas
		72 horas
	100	24 horas
		48 horas
		72 horas
Testigo para cloro bajas concentraciones*	0	0 min
		24 horas
		48 horas
		72 horas

* Tratamiento con 3 repeticiones

** Tratamiento con 18 repeticiones

Para evaluar el efecto de la temperatura se recolecto la larva de veneroidea corbiculina a partir de trampas de fango instaladas en el sistema de bombeo de contra

incendios, se realizó una concentración mediante la malla No. 140 y se diluyó con agua destilada.

El calentamiento se lo realizó mediante un Hot plate a máxima potencia utilizando un tiempo de exposición de 1 segundo, registrado con la ayuda de un termómetro de mercurio.

El efecto de la temperatura se midió mediante el porcentaje de larvas activas e inactivas encontradas por medio de un microscopio con un aumento de 100x.

2.3.2 Tratamientos realizados a veneroidea corbiculina en estado adulto

Se evaluó el efecto de la temperatura y el hipoclorito de sodio en el adulto de veneroidea corbiculina, para esto preparó soluciones de 25 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 200 ppm. y 500 ppm a partir de una solución madre al 5 % de Hipoclorito de Sodio. En la figura 2.5 se observa los tratamientos realizados.

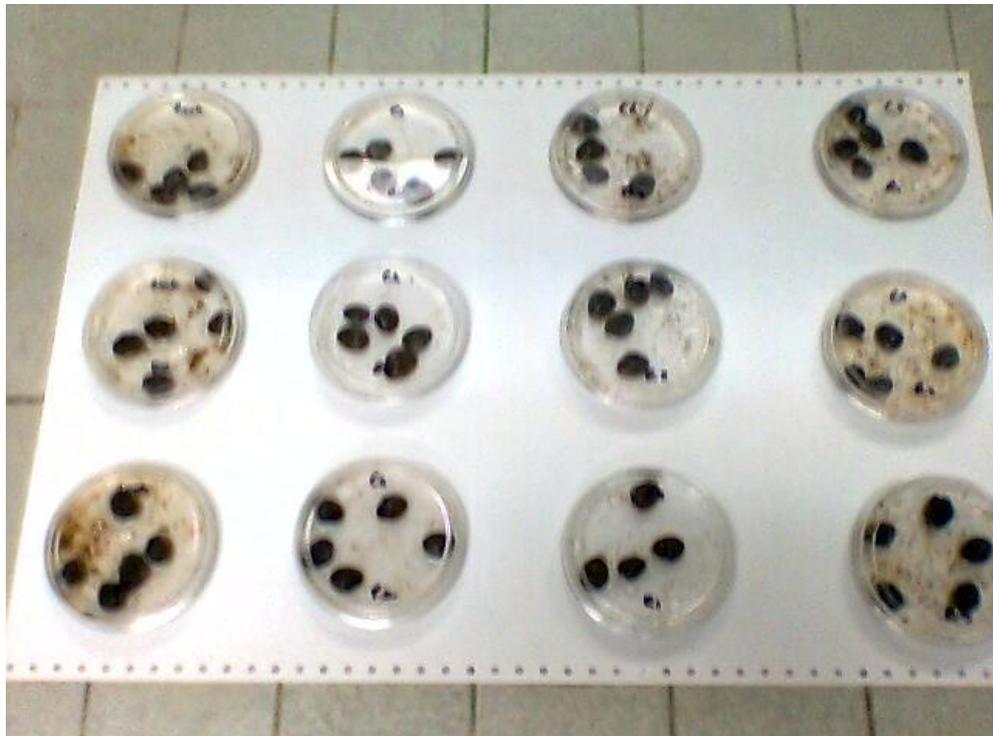


Figura 2.5 Tratamientos realizados al adulto de veneroidea corbiculina.

Para evaluar el efecto de la temperatura, se sometió al molusco adulto de *Veneroidea corbiculina* a tres diferentes temperaturas, las cuales fueron de 40° C, 60° C y 80° C, por el período mínimo de exposición.

Los adultos utilizados en la evaluación de los tratamientos fueron obtenidos mediante cultivo del fango en el tanque de cultivo.

2.4 Estadística

Los datos obtenidos en la evaluación de tratamientos, se trataron estadísticamente para encontrar diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo.

Entre los análisis utilizados, encontramos principalmente al ANOVA, tomando como variable dependiente la fracción promedios de larvas o adultos inactivos luego de realizados los tratamientos.

Para encontrar diferencias entre los tratamientos realizados en larvas, adultos y testigos se utilizaron pruebas de comparaciones múltiples tomando como variable dependiente la fracción promedio de larvas o adultos inactivos; Se utilizaron dos técnicas de comparación múltiple Scheffé y LSD. Se utilizó además ANOVAs dos factores para encontrar diferencias significativas entre los tratamientos y testigos.

Por último se realizaron modelos matemáticos para predecir las fracciones promedio de inactivas versus los factores analizados.

2.5 Diseño de tecnología

Se diseñó una alternativa tecnológica para evitar la proliferación de la larva en la RCI, tecnología basada en los resultados obtenidos del tratamiento estadístico de los datos provenientes de la evaluación de tratamientos.

CAPITULO 3: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

3.1 Caracterización del agua cruda de la piscina A y B

La caracterización físico química se la realizó en el Laboratorio de Control de Calidad de la REE, la tabla 3.1 presenta los resultados de los ensayos realizados a una muestra de agua cruda de las piscinas A y B tomada en el sistema de bombeo del sistema contra incendios.

Tabla 3.1 Resultado de la caracterización físico química de agua cruda, Unidad Control de Calidad REE.

Parámetros	Unidad	Valor
pH	1-14	7.8
Conductividad	uS/cm	160.2
Turbidez	N.T.U	46.5
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	190.0
Dureza magnésica	mg/l	30.4
Dureza cálcica	mg/l	32.7
Dureza Total	mg/l	49.0
Cloruros	mg/l	12.1
Fosfatos	mg/l	0.71
Sílice	mg/l	15.12
Sulfatos	mg/l	14.62
Alcalinidad	mg/l	51.32

Un parámetro importante dentro del estudio físico – químico para nuestra investigación fue la dureza cálcica; El molusco *veneroidea coriculina* absorbe calcio en forma de carbonato para poder desarrollar su concha. Chang (1993), clasifica el agua, en términos al grado de dureza en cuatro categorías; Para el caso de nuestra investigación clasificamos el agua según Chang en la categoría de suaves, que parte de 0 a 75 mg/l de calcio. El nivel de calcio no resulta ser un factor crítico para el desarrollo de la larva ya que se encuentra en niveles más bajos comparados con datos que expone Alzate (1987) en su artículo Ecología de los Ríos.

3.2 Identificación de veneroidea corbiculina en estado larval

No se identificó la larva de veneroidea corbiculina por medio de la observación directa del agua cruda en el microscopio óptico, se identificó varios grupos de protozoarios, metazoarios y algas, que se detallan en la tabla 3.2, las relaciones de abundancia se refieren a la presencia de los mismos dentro de la muestra.

Tabla 3.2 Protozoarios identificados en agua del sistema contra incendios REE.

Microorganismo	Grupo	Presencia en la muestra
Protozoario	Zooflagelados	Abundante
	Euglenófitos	Abundante
	Rhizopodos	Escaso
	Ciliados Peritricos	Abundante
	Ciliados holotricos	Poco abundante
	Ciliados suctorios	Poco abundante
	Ciliados espirótrico	Poco abundante
Metazoario	Rotíferos	Abundante
	Anélidos	Abundante
	Nemátodos	Abundante
Alga	Clorophiceas (verdes)	Abundante
	Rhodophiceas (rojas)	Poco abundante

Se encontró también una gran cantidad de organismos conocidos como copépodos, ácaros, huevos de peces entre otros.

3.3 Cultivo de veneroidea corbiculina en estado larval

No se encontraron resultados positivos en los cultivos realizados en la larva de veneroidea corbiculina, tanto para el primero como para el segundo cultivo.

Se pudo comprobar una variación en el Ph y la conductividad eléctrica luego de los 30 días de cultivo, al igual que un olor fétido dentro de todos los recipientes de

cultivo, siendo más notable en los cultivos con sedimentos, los datos en la tabla 3.3, fueron obtenidos del anexo 12.

Tabla 3.3 pH de los cultivos de larva veneroidea corbiculina en estado larval REE.

	<i>pH inicial</i>	<i>pH 30</i>
Media	7,65	6,50
Error típico	0,03	0,07
Nivel de confianza(95,0%)	0,08	0,17

Los cultivos presentaron un pH inicial promedio de 7.65, variando hasta un pH promedio de 6.5 luego de treinta días, es decir que los cultivos pasaron de un medio ligeramente básico a un medio ligeramente ácido, como se puede observar en la figura 3.1.

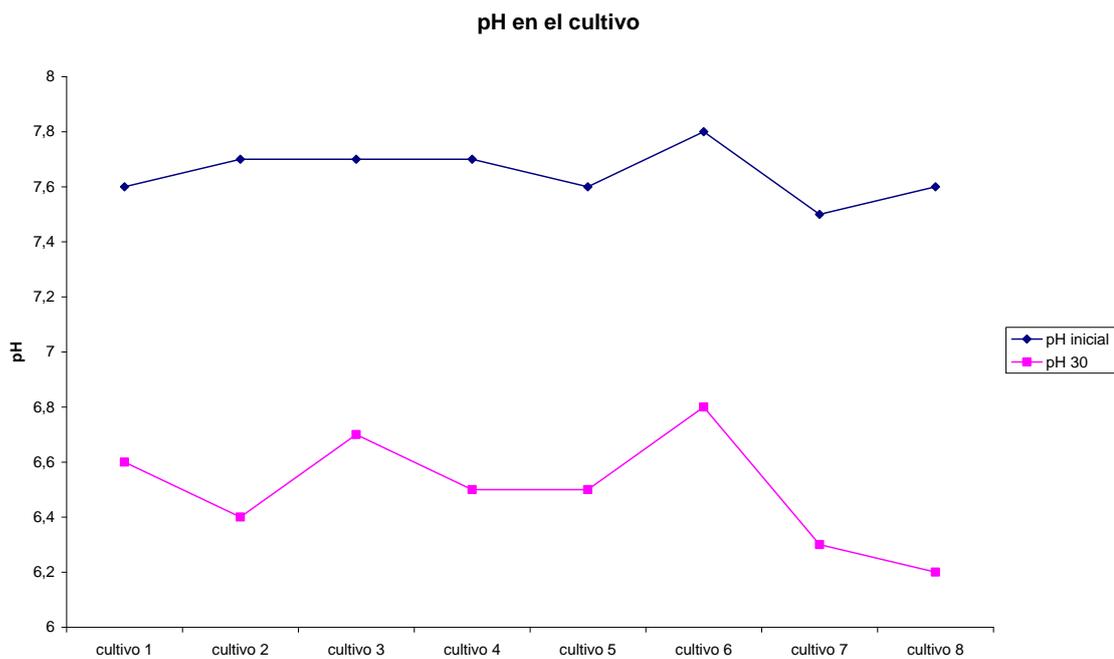


Figura 3.1 Disminución de pH en el tiempo de cultivo

La conductividad eléctrica también presentó cambios, la conductividad inicial promedio se registró en 130 uS/cm, variando hasta los 30 días de cultivo a una conductividad promedio de 537 uS/cm.

Además del cambio de pH y conductividad eléctrica, la ausencia del crecimiento larval en cada uno de los cultivos se debió a dos posibles razones, la mínima cantidad o ausencia total de larvas dentro de la muestra recolectada para cada cultivo y la ausencia de oxígeno dentro de cada uno de los cultivos.

Para el cultivo de los fangos recolectados todos los resultados fueron negativos, de igual manera se registraron cambios en el pH y la conductividad eléctrica después de los 30 días de cultivo.

La recolección o concentración de larva en el fango, proporcionaba la seguridad de contar en cada cultivo con la cantidad necesaria de larva para que se desarrolle, el resultado negativo en estos cultivos se debió a la ausencia de oxígeno disuelto. La falta de oxígeno en los medios de cultivo, provocó una proliferación de bacterias anaerobias que oxidaron la materia orgánica y cambiaron las propiedades del medio, estas propiedades se vieron reflejadas, en la acidez que experimenta el medio luego de los 30 días de cultivo y el aumento de la conductividad eléctrica.

3.4 Oxígeno disuelto en la red de Contra Incendios

Se evaluaron cuatro puntos, tres de ellos dentro de la red de contra incendios y un punto en las piscinas de agua cruda. Los resultados de la evaluación de oxígeno disuelto se pueden observar en la tabla 3.4.

Tabla 3.4 Oxígeno disuelto medido en la red de contra incendios de la REE.

Muestra	Ubicación	Oxígeno disuelto (mg/l)
Oxigeno 1	Piscinas de agua Cruda	2.29
Oxigeno 2	Hidrante No. 140 frente al tanque Y-T8061	7.81
Oxigeno 3	Hidrante No. 9 frente al tanque Y-T7003(agua filtrada)	7.60
Oxigeno 4	Hidrante s/n frente al DAF's YME4011p4d	7.96

La cantidad de oxígeno disuelto en el agua varía de forma drástica desde las piscinas de agua cruda hasta los tres puntos de monitoreo restantes, El valor más bajo se encuentra en las piscinas, en las cuales el agua permanece en reposo, Según Ruiz (2005) que realiza un estudio del OD de aguas superficiales en la provincia de corrientes, Argentina, el valor promedio de OD para un río parecería estar entre 4 y 7 mg/L. Es decir que dentro de las piscinas de agua cruda, el agua represada pierde oxígeno como se puede observar en la figura 3.2.

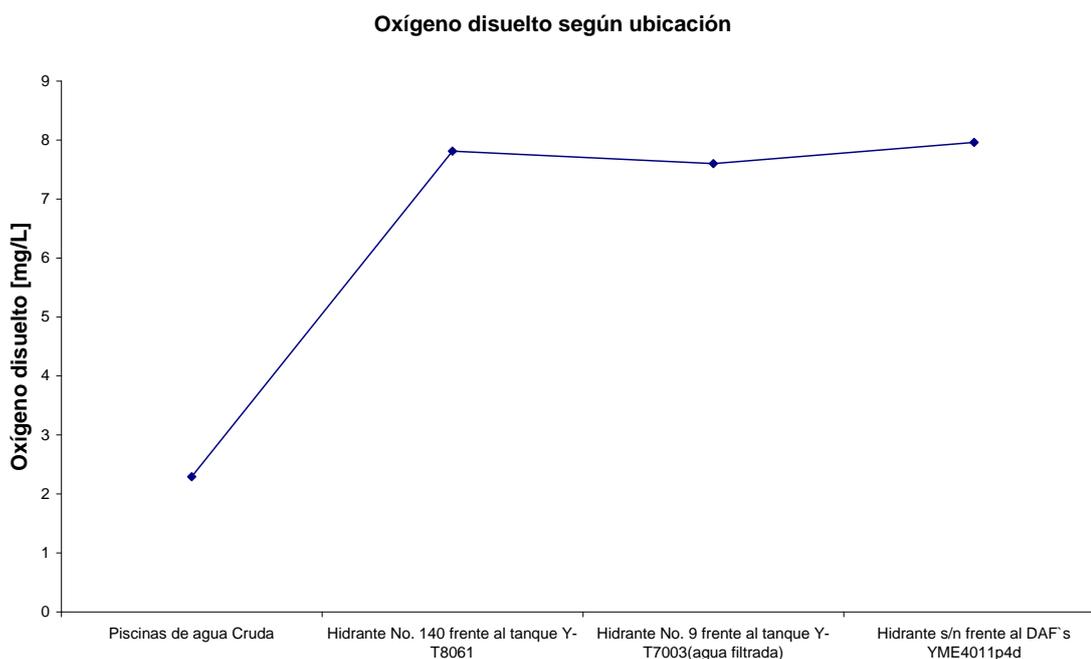


Figura 3.2 Variación de oxígeno disuelto dentro de la Red Contra Incendios

El bombeo del agua cruda a través de la RCI oxigena el agua alcanzando un nivel muy alto de oxigenación, es por este motivo que se incluyó oxigenación a los posteriores cultivos a este análisis.

3.5 Evaluación de tratamientos

Los resultados del efecto del cloro en larva de veneroidea corbiculina se encuentran en la tabla 3.5. y 3.6.

En la tabla 3.5 encontramos el número de larvas activas e inactivas (vivas y muertas) presentes en cada una de las repeticiones realizadas en los tratamientos variando la concentración de cloro y el tiempo de exposición.

Tabla 3.5 Resultados del efecto del cloro en larvas de veneroidea corbiculina

Concentración de Cloro		Tiempo de exposición					
		30 minutos		60 minutos		120 minutos	
		Larvas vivas	Larvas muertas	Larvas vivas	Larvas muertas	Larvas vivas	Larvas muertas
100 ppm	Replica1	10	0	10	0	9	1
	Replica2	10	0	8	2	9	1
	Replica3	10	0	9	1	8	2
250 ppm	Replica1	8	2	7	3	7	3
	Replica2	7	3	9	1	8	2
	Replica3	7	3	8	2	6	4
500 ppm	Replica1	8	2	8	2	9	1
	Replica2	7	3	9	1	7	3
	Replica3	7	3	8	2	8	2

En la tabla 3.6 encontramos el número de larvas activas e inactivas (vivas y muertas) presentes en cada una de las repeticiones realizadas en los tratamientos variando la concentración de cloro y el tiempo de exposición.

Tabla 3.6 Resultados del efecto del cloro en larvas de veneroidea corbiculina con diferente tiempo de exposición.

Concentración de Cloro		Tiempo de exposición					
		24 horas		48 horas		72 horas	
		Larvas vivas	Larvas muertas	Larvas vivas	Larvas muertas	Larvas vivas	Larvas muertas
25 ppm	Replica1	10	0	7	3	8	2
	Replica2	8	2	9	1	7	3
	Replica3	9	1	8	2	7	3
50 ppm	Replica1	7	3	5	5	2	8
	Replica2	9	1	7	3	6	4
	Replica3	10	0	6	4	3	7
100 ppm	Replica1	7	3	0	10	0	10
	Replica2	5	5	0	10	0	10
	Replica3	6	4	1	9	0	10

Los resultados del efecto de la temperatura en la larva de veneroidea corbiculina se encuentran en la tabla 3.7. El tiempo de exposición utilizado en la evaluación fue el mínimo requerido para alcanzar la temperatura. Se utilizó tres temperaturas de 40, 60 y 80 ° C.

Tabla 3.7 Larvas activas e inactivas según efecto de temperatura.

Temperatura	Replicas	Larvas	
		Activas	Inactivas
40 °C	Replica1	8	2
	Replica2	3	7
	Replica3	6	4
60 °C	Replica1		10
	Replica2		10
	Replica3		10
80 °C	Replica1		10
	Replica2		10
	Replica3		10
Testigo	Replica1	10	
	Replica2	10	
	Replica3	10	

La tabla 3.8 presenta los resultados obtenidos al probar el efecto del cloro en los adultos de veneroidea corbiculina, se sometió a los adultos a cinco concentraciones distintas de cloro, y cuatro diferentes tiempos de exposición, para estos ensayos se utilizó cinco adultos por tratamiento evaluado. En la tabla figuran los adultos vivos o muertos encontrados posterior a la aplicación de las soluciones de cloro.

Tabla 3.8 Resultados del efecto del cloro en adultos de veneroidea corbiculina

Concentración de cloro		24 horas		48 horas		72 horas		120 horas	
		Vivos	Muertos	Vivos	Muertos	Vivos	Muertos	Vivos	Muertos
25 ppm	replica1	5		5		5		4	1
	replica2	5		5		4	1	4	1
	replica3	5		5		5		3	2
50 ppm	replica1	5		5		4	1	3	2
	replica2	5		5		5		4	1
	replica3	5		5		4	1	2	3
100 ppm	replica1	5		5		5		1	4
	replica2	5		5		5			5
	replica3	5		5		4	1		5
200 ppm	replica1	5		5		5			5
	replica2	5		5		5			5
	replica3	5		5		5			5
500 ppm	replica1	5		5		3	2		5
	replica2	5		3	2	4	1		5
	replica3	5		5		3	2		5
Testigo	replica1	5		5		5		5	
	replica2	5		5		5		5	
	replica3	5		5		5		5	

La tabla 3.9 presenta los adultos vivos y muertos encontrados después de aplicar el tratamiento térmico a los adultos con un tiempo mínimo de exposición.

Tabla 3.9 Resultados del efecto de la temperatura en veneroidea corbiculina

Temperatura	Replicas	Adultos	
		Vivos	Muertos
40 °C	Replica1	6	2
	Replica2	8	
	Replica3	5	3
60 °C	Replica1		8
	Replica2		8
	Replica3		8
80 °C	Replica1		8
	Replica2	1	7
	Replica3		8
Testigo	Replica1	8	
	Replica2	8	
	Replica3	8	

3.6 Análisis estadístico

3.6.1 Análisis del tratamiento térmico en larvas y adultos

3.6.1.1 Preliminares

Para realizar el análisis estadístico, se obtuvo las fracciones promedio de larvas inactivas en cada uno de los tratamientos realizadas tanto en larvas como adultos; Se realizaron análisis y graficas previas al ANOVA para observar la relación que existe entre el aumento de temperatura y el incremento del promedio en la fracción de inactivas. En la tabla 3.10 tenemos las fracciones promedio de larvas inactivas para el tratamiento térmico efectuado en larvas y adultos.

Tabla 3.10 Fracción promedio de inactivas en estado larvario y adulto del molusco.

Estado del molusco	Temperatura				Total
	40° C	60° C	80° C	Testigo	
Larva	0.433	0.933	1.000	.000	0.592
Adulto	0.208	1.000	.958	.000	0.542
Total	0.321	0.967	0.979	.000	0.567

Mediante la tabla 3.10 y la figura 3.3, que representan la fracción promedio de inactivas para larvas y adultos, encontramos que la mayor fracción promedio, se encuentra a 80° C para larvas y 60° C para adultos con un valor de 1,0 en ambos casos.

Las fracciones promedios más pequeñas se encuentran en el tratamiento testigo con un valor de 0.0. A primera vista se podría decir que la fracción promedio de larvas y adultos inactivos, varía por medio de la temperatura con respecto al tratamiento testigo.

En el anexo 1 podemos encontrar las fracciones promedio de inactivas al igual que en la tabla 3.10, encontramos la desviación estándar para cada uno de los tratamientos de temperatura como para el total de estado del molusco. Se puede observar los valores máximos y mínimos de inactivas tanto en larvas como adultos, teniendo en las larvas el valor máximo de 1,0 a los 60° C y a los 80° C, el mínimo se registra en el tratamiento testigo seguido del tratamiento a los 40° C.

Para los adultos los valores máximos se registran a los 60° C y a los 80° C al igual que en las larvas con un valor de 1,0, el valor mínimo se registra en el tratamiento testigo y a los 40° C con un valor de 0,0.

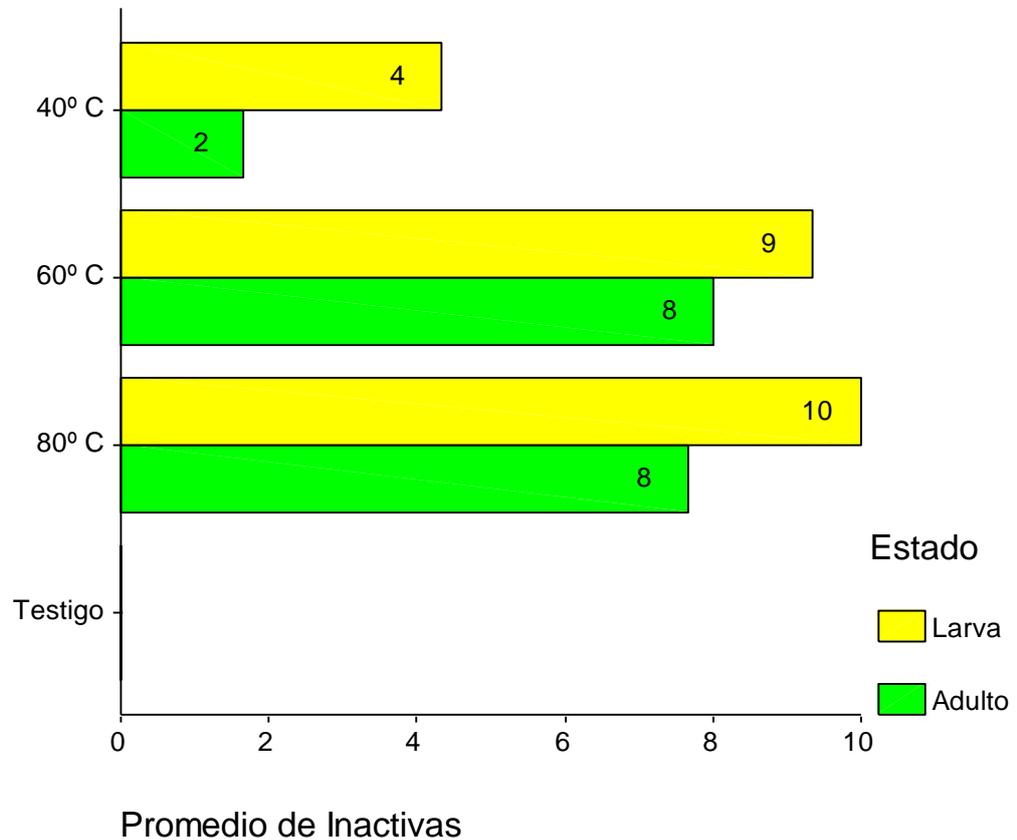


Figura 3.3 Fracción de inactivos en larvas y adultos para el tratamiento térmico evaluado en la REE.

3.6.1.2 Análisis de varianza

Se realizó el ANOVA (tabla 3.11) para encontrar si existen diferencias significativas entre las fracciones promedio de los tratamientos incluyendo al tratamiento testigo; Realizado el análisis para cada estado del molusco, se encuentra; Para el estado larvario un valor del estadístico F igual a 34.362, la probabilidad P, de exceder a F, es igual a 0,000, de acuerdo al valor de P. Con lo cual el promedio de inactivas en larvas se considera diferente significativamente.

Para los adultos se encontró una probabilidad P igual a 0,000 para exceder a F, con lo cual el promedio de inactivas en adultos se considera diferente significativamente. Es decir que la temperatura provoca una varianza significativa entre el promedio de inactivas tanto en larvas como en adultos. El resultado del ANOVA fue comparado con la prueba de Kruskal – Wallis teniendo un P = 0.016 para larvas y P = 0.019 para adultos, con lo cual no se encuentran diferencias significativas.

Tabla 3.11 ANOVA de la fracción promedio de inactivas en el tratamiento térmico para cada estado del molusco.

Estado del molusco	Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Pr > F
Larva	Entre Grupos	1.976	3	0.659	34.362	.000
	Dentro de Grupos	0.153	8	0,01917		
	Total	2.129	11			
Adulto	Entre Grupos	2.365	3	0.788	75.667	.000
	Dentro de Grupos	0.0833	8	0,01042		
	Total	2.448	11			

Se realizó además un análisis de la fracción promedio de inactivas para cada estado del molusco, sin considerar el testigo. En la tabla 3.12 se encuentra que la probabilidad de exceder a F en este análisis es igual a 0,009 para larvas y 0,000 para adultos, con lo que se confirma que existen diferencias entre los tratamientos sin incluir en el análisis el testigo. Con Kruskal – Wallis obtenemos un P = 0.035 para larvas y P = 0.035 para adultos, confirmando los resultados del ANOVA.

Tabla 3.12 ANOVA de la fracción promedio de inactivas en el tratamiento térmico para cada estado del molusco sin incluir el testigo.

Estado del molusco	Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Pr > F
Larva	Entre Grupos	0.576	2	0.288	11.261	.009
	Dentro de Grupos	0.153	6	0.02556		
	Total	0.729	8			
Adulto	Entre Grupos	1.191	2	.595	42.875	.000
	Dentro de Grupos	0.08333	6	0.01389		
	Total	1.274	8			

3.6.1.3 Análisis de comparaciones múltiples

Las pruebas realizadas Scheffé y LSD, que se encuentran en el anexo 2, nos permiten comparar la existencia de varianza significativa en un intervalo de confianza al 95% entre los tratamientos realizados al estado larval y en adultos en la fracción de Inactivas.

Como resultados tenemos que la fracción de inactivas para el tratamiento a 40° C en el estado larval resulta diferente significativamente a todos los demás tratamientos.

La fracción de inactivas para el tratamiento a 60° C en el estado larval resulta diferente de los tratamientos a 40° C y al tratamiento Testigo, mientras que es igual significativamente al tratamiento a 80° C.

La fracción de inactivas para el tratamiento a 80° C en el estado larval resulta diferente de los tratamientos a 40° C y al tratamiento Testigo, mientras que es igual significativamente al tratamiento a 60° C.

El tratamiento testigo es diferente significativamente a todos los tratamientos que se ha aplicado tratamiento térmico.

En la tabla 3.13 se encuentra un resumen de los tratamientos que resultan ser significativamente diferentes en un grado del 95% entre si.

Como resultados para el estado adulto tenemos que la fracción de inactivas para el tratamiento a 40° C, resulta diferente significativamente al tratamiento de 60° C y 80° C, pero resulta igual significativamente al tratamiento testigo.

La fracción de inactivas para el tratamiento a 60° C en el estado adulto resulta diferente de los tratamientos a 40° C y al tratamiento Testigo, mientras que es igual significativamente al tratamiento a 80° C.

La fracción de inactivas para el tratamiento a 80° C en el estado adulto resulta diferente de los tratamientos a 40° C y al tratamiento Testigo, mientras que es igual significativamente al tratamiento a 60° C.

El tratamiento testigo es diferente significativamente a los tratamientos de 60° C y 80° C, pero igual significativamente al tratamiento térmico de 40° C.

Cuadro 3.1 Diferencias entre tratamientos realizados para cada estado del molusco.

Estado larvario del molusco				
Tratamientos	40° C	60° C	80° C	Testigo
40° C	-	diferentes	diferentes	diferentes
60° C	diferentes	-	Iguales	diferentes
80° C	diferentes	Iguales	-	diferentes
Testigo	diferentes	diferentes	diferentes	-

Estado adulto del molusco				
Tratamientos	40° C	60° C	80° C	Testigo
40° C	Iguales	Diferentes	diferentes	Iguales
60° C	diferentes	Iguales	Iguales	diferentes
80° C	diferentes	Iguales	Iguales	diferentes
Testigo	Iguales	Diferentes	diferentes	Iguales

3.6.1.4 Análisis de varianza con dos factores: Estado y temperatura

El ANOVA dos factores (tabla 3.13) se construyó mediante los ANOVAs de temperatura y estado del molusco que se encuentran en el anexo 3, Como resultado del análisis de varianza con dos factores, tenemos que el estadístico P para la temperatura es igual a 0,000, con lo cual se puede decir que la fracción promedio de inactivos es diferente entre los tratamientos térmicos utilizados.

Tabla 3.13 ANOVA con factores temperatura y estado del molusco

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Pr > F
Total	4.592	23			
Temperatura	4.27	3	1.42	96.09001406	0.0000
Estado Molusco	0.015	1	0.02	1.012658228	0.3292
Iteracción (T-E)	0.07	3	0.02	1.575246132	0.2343
Error	0.237	16	0.01		

Para el estado del molusco el estadístico P es igual a 0,329, con lo cual se podría decir que la fracción de inactivos no es diferente significativamente entre los estados larval y adulto del molusco. De la misma manera el P de la Interacción T-E (Temperatura - Estado) es igual a 0,234 por lo tanto no se encuentra una varianza significativa de las fracciones promedio de inactivas entre el factor temperatura y el estado del molusco.

Se confirman los resultados con un modelo lineal generalizado univariable, realizado con el programa estadístico SPSS v11.5.

3.6.2 Análisis del tratamiento Cloro en larvas y adultos

3.6.2.1 Preliminares

Se obtuvo las fracciones promedio de larvas inactivas en cada uno de los tratamientos realizadas tanto en larvas como adultos; En la tabla 3.14 se puede observar los valores de las fracciones promedio de Inactivas, dentro de las distintas variaciones de concentración de Cloro y el tiempo de exposición utilizados.

Entre las fracciones de inactivos, podemos destacar que la fracción mas alta entre las concentraciones de cloro tenemos a la concentración de 100 ppm con un valor de 0,43 y 0,6 a las 120 horas del factor tiempo. Se puede registrar también que las fracciones mas pequeñas corresponden a los tratamientos testigo para los dos estados del molusco.

Tabla 3.14 Fracción promedio de inactivos en larvas y adultos

Estado	Concentración de Cloro	Tiempo de Exposición						Total	
		0.5 Horas	1 Hora	2 Horas	24 Horas	48 Horas	72 Horas		120 Horas
Larva	25 ppm				0.10	0.20	0.27		0.19
	50 ppm				0.13	0.40	0.63		0.39
	100 ppm		0.10	0.13	0.40	0.97	1.00		0.43
	250 ppm	0.27	0.20	0.30					0.26
	500 ppm	0.27	0.17	0.20					0.21
	Testigo	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.17		0.09
	Total Grupo	0.15	0.13	0.18	0.14	0.29	0.40		0.23
Adulto	25 ppm						0.07	0.27	0.08
	50 ppm						0.13	0.40	0.13
	100 ppm						0.07	0.93	0.25
	250 ppm							1.00	0.25
	500 ppm					0.13	0.33	1.00	0.37
	Testigo								
	Total Grupo					0.02	0.10	0.60	0.18

La figura 3.4 es una representación del promedio de inactivas en estado larval frente a los dos factores que son la concentración de Cloro y el tiempo de exposición, los valores mas altos del promedio de Inactivas se presentan con la concentración de Cloro de 100 ppm y un tiempo de exposición de 48 y 72 horas. También se puede observar unos valores bajos del promedio de inactivas en tiempos menores a las 24 horas de exposición, aún utilizando concentraciones altas de Cloro.

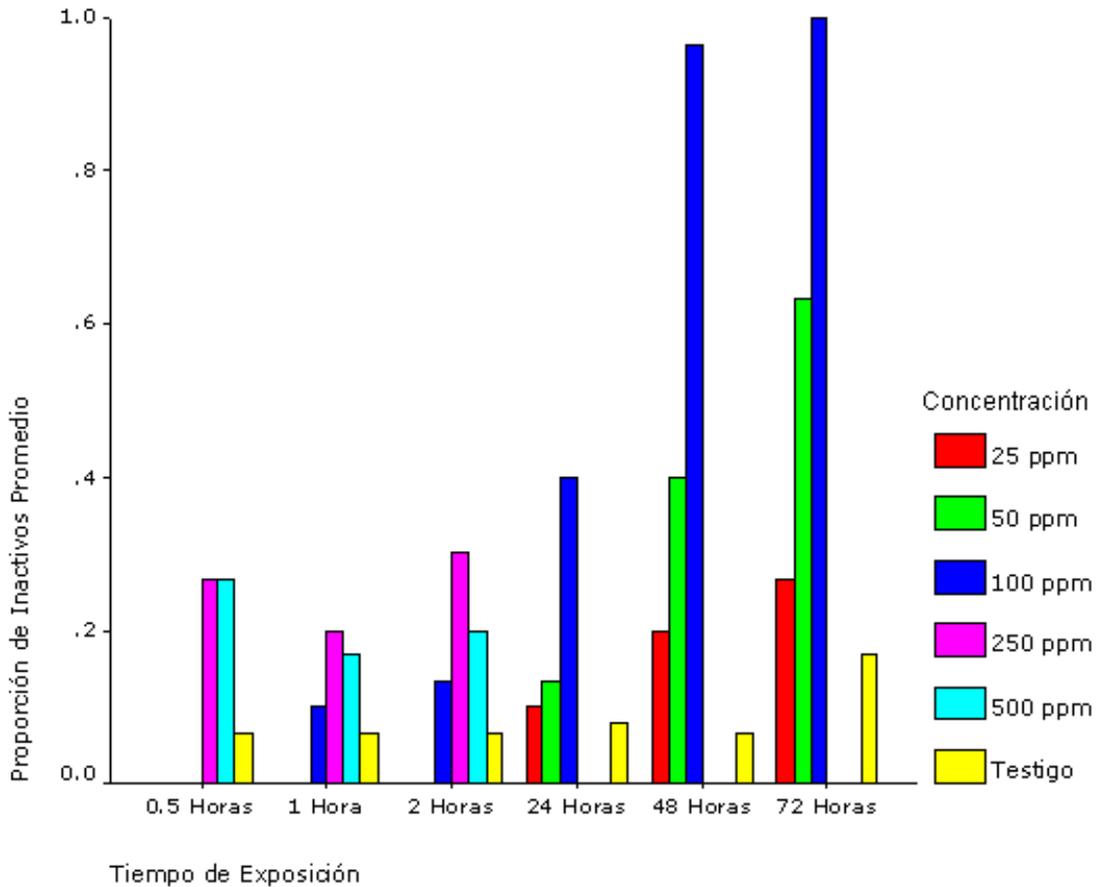


Figura 3.4

Fracción promedio de Inactivas en Larvas – Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.

Los valores mas bajos los registra el tratamiento testigo en todos los tiempos de exposición. Se podría predecir que la concentración y el tiempo de exposición afectan directamente el promedio de Inactivas en las larvas del molusco, a mayor concentración y mayor tiempo de exposición se registra un mayor promedio de larvas inactivas.

La figura 3.5 representa el promedio de inactivas en el estado adulto del molusco frente a los dos factores que son la concentración de Cloro y el tiempo de exposición, Los valores mas altos del promedio de Inactivas se registran a las 120 horas en concentraciones de Cloro de 100 ppm, 250 ppm y 500 ppm.

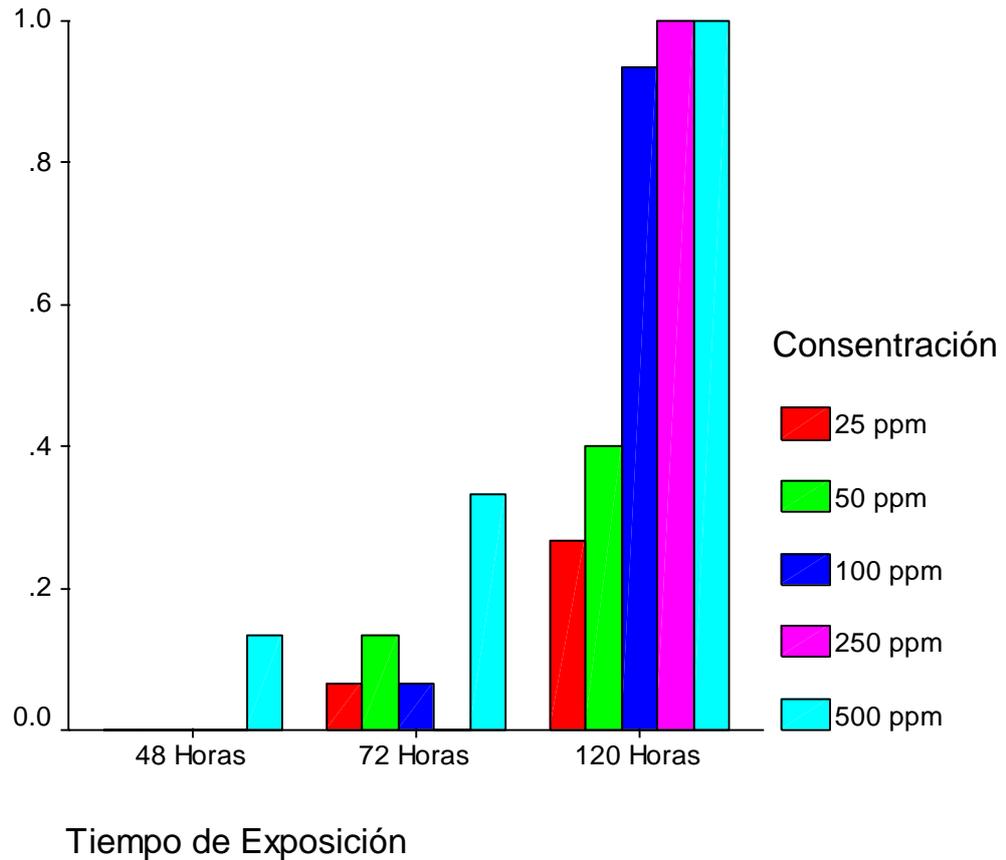


Figura 3.5

Fracción promedio de Inactivas en Adultos – Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.

A las 48 y 72 horas los valores del promedio de Inactivas son muy bajos, por lo cual se podría especular que el promedio de Inactivas aumenta con el aumento del tiempo de exposición y la concentración de Cloro utilizado.

3.6.2.2 Análisis de varianza en la concentración de cloro

La tabla 3.15 presenta el análisis de varianza en la fracción de inactivas para la concentración de cloro dentro de los estados larval y adulto del molusco.

Tabla 3.15 ANOVA fracción de inactivos en concentración de cloro

Estado	Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Pr > F
Larva	Entre Grupos	1.657	5	0.331	6.712	.000
	Dentro de Grupos	4.148	84	0.04938		
	Total	5.805	89			
Adulto	Entre Grupos	1.063	5	.213	2.091	.078
	Dentro de Grupos	6.710	66	.102		
	Total	7.773	71			

Para el estado larval la probabilidad P de exceder a $F = 6.712$ es igual a 0,000 con lo cual se podría decir que los tratamientos son significativamente diferentes, es decir que las concentraciones de cloro afectan significativamente la fracción de larvas inactivas.

Para el estado adulto la probabilidad de exceder a $F = 2.091$ es de 0,78 con lo cual se puede decir que los tratamientos no son significativamente diferentes, es decir que las concentraciones de cloro no afectan significativamente la fracción de adultos Inactivos.

Se confirman los resultados del ANOVA con la prueba de Kruskal – Wallis, obteniendo un $P = 0.000$ para larvas y un $P = 0.074$ para adultos.

3.6.2.3 Análisis de comparaciones múltiples en los tratamientos en la concentración de cloro

Se realizaron dos pruebas estadísticas para las comparaciones múltiples que son Scheffe y LSD (Anexo 4), estas nos permiten comparar la existencia de varianza significativa en un intervalo de confianza al 95% entre los tratamientos realizados al estado larval y en adultos en la fracción de Inactivas dentro del factor Cloro.

Como resultados tenemos que la fracción de inactivas para el tratamiento a 25 ppm de Cloro es igual significativamente a todas las fracciones de los tratamientos con cloro, incluyendo al testigo, pero resulta diferente significativamente del tratamiento a 100 ppm. de Cloro”.

La fracción de inactivas para larvas a 50 ppm. resulta significativamente igual a todos los tratamientos que contienen Cloro, pero resulta significativamente diferente del tratamiento testigo.

El tratamiento a 100 ppm. de cloro es igual significativamente al tratamiento de 50 ppm. y 250 ppm., es diferente significativamente de los tratamientos Testigo y los tratamientos con una concentración de cloro de 25 ppm. y 500 ppm.

La fracción de inactivas para larvas a 250 ppm. resulta significativamente igual a todas las fracciones de Inactivas de los tratamientos que contienen Cloro e igual significativamente al tratamiento testigo.

La fracción de inactivas para larvas a 500 ppm. resulta significativamente igual a las fracciones de inactivas de los tratamientos a 25 ppm., 50 ppm., 250 ppm, y el testigo, resulta significativamente diferente a la fracción de Inactivas del tratamiento a 100 ppm. de cloro.

La fracción de Inactivas para el tratamiento testigo resulta significativamente igual a las fracciones de los tratamientos con una concentración de cloro de 25 ppm., 250 ppm., y 500 ppm., pero diferente significativamente a las fracciones de los tratamientos con concentraciones de cloro de 100 ppm. y 50 ppm.

En la tabla 3.16 se encuentra un resumen de los tratamientos que resultan ser significativamente diferentes en un grado del 95% entre si.

Tabla 3.16 Diferencias entre tratamientos realizados en estado larval del molusco

Tratamientos	25 ppm	50 ppm	100 ppm	250 ppm	500 ppm	Testigo
25 ppm	-----	Iguales	diferente	Iguales	Iguales	Iguales
50 ppm	Iguales	-----	Iguales	Iguales	Iguales	diferente
100 ppm	diferente	Iguales	-----	Iguales	diferente	diferente
250 ppm	Iguales	Iguales	Iguales	-----	Iguales	Iguales
500 ppm	Iguales	Iguales	diferente	Iguales	-----	Iguales
Testigo	Iguales	diferente	diferente	Iguales	Iguales	-----

La fracción de inactivas para el estado adulto con una concentración de cloro de 25 ppm. resulta significativamente igual a las fracciones de Inactivas de los tratamientos con una concentración de Cloro de 50 ppm., 100 ppm. y 250 ppm. y la fracción de Inactivas del tratamiento testigo, pero resulta significativamente diferente del tratamiento con una concentración de cloro de 500 ppm.

La fracción de inactivas para el estado adulto con una concentración de cloro de 50 ppm. es significativamente igual a las fracciones de Inactivas de los tratamientos con una concentración de Cloro de 25 ppm., 100 ppm., 250 ppm., 500 ppm. y a la fracción de Inactivas del tratamiento testigo.

La fracción de inactivas para el estado adulto con una concentración de cloro de 100 ppm. resulta significativamente igual a las fracciones de Inactivas de los tratamientos con una concentración de Cloro de 25 ppm., 50 ppm., 250 ppm., 500 ppm. y a la fracción de Inactivas del tratamiento testigo.

La fracción de inactivas para el estado adulto con una concentración de cloro de 250 ppm. resulta significativamente igual a las fracciones de Inactivas de los tratamientos con una concentración de Cloro de 25 ppm., 50 ppm., 100 ppm., y 500 ppm. y a la fracción de Inactivas del tratamiento testigo.

La fracción de inactivas para el estado adulto con una concentración de cloro de 500 ppm. resulta significativamente igual a las fracciones de Inactivas de los tratamientos con una concentración de Cloro de 50 ppm., 100 ppm. y 250 ppm., pero resulta significativamente diferente a la fracción de Inactivas del tratamiento testigo y a la fracción de Inactivas del tratamiento de 25 ppm.

La fracción de inactivas para el estado adulto del molusco en el tratamiento testigo resulta significativamente igual a las fracciones de Inactivas de los tratamientos con una concentración de Cloro de 25 ppm., 50 ppm., 100 ppm y 250 ppm., pero resulta significativamente diferente a la fracción de Inactivas del tratamiento de 500 ppm.

En la tabla 3.17 se encuentra un resumen de los tratamientos que resultan ser significativamente diferentes en un grado del 95% entre si.

Tabla 3.17 Diferencias entre tratamientos realizados en estado adulto del molusco

Tratamientos	25 ppm	50 ppm	100 ppm	250 ppm	500 ppm	Testigo
25 ppm	-----	Iguales	Iguales	Iguales	diferente	Iguales
50 ppm	Iguales	-----	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
100 ppm	Iguales	Iguales	-----	Iguales	Iguales	Iguales
250 ppm	Iguales	Iguales	Iguales	-----	Iguales	Iguales
500 ppm	diferente	Iguales	Iguales	Iguales	-----	Diferente
Testigo	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	diferente	-----

3.6.2.4 Análisis de varianza en el tiempo de exposición

Se realizó el análisis de varianza de la fracción de inactivos para adultos y larvas en el tiempo de exposición al cloro en los diferentes tratamientos.

La tabla 3.18 representa el análisis de varianza en la fracción de Inactivas para el tiempo de exposición dentro de los estados larval y adulto del molusco.

Tabla 3.18 Análisis de varianza de la fracción de inactivos de adultos y larvas en el tiempo de exposición.

Estado del molusco	Varianza	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Pr > F
Larva	Entre Grupos	.952	5	.190	3.295	.009
	Dentro de Grupos	4.853	84	0.05777		
	Total	5.805	89			
Adulto	Entre Grupos	4.322	3	1.441	28.384	.000
	Dentro de Grupos	3.451	68	0.05075		
	Total	7.773	71			

Para el estado larval la probabilidad P de exceder a $F = 3.295$ es igual a 0,009 con lo cual se podría decir que los tratamientos son significativamente diferentes, es

decir que los tiempos de exposición evaluados afectan significativamente la fracción de larvas inactivas.

Para el estado adulto la probabilidad de exceder a $F = 28.384.091$ es de 0,000 con lo cual se puede decir que las fracciones de Inactivos en adultos son significativamente diferentes, es decir que los tiempos de exposición evaluados afectan significativamente la fracción de adultos Inactivos.

3.6.2.5 Análisis de comparaciones múltiples de los tratamientos en el tiempo de exposición.

Se realizaron dos pruebas estadísticas para las comparaciones múltiples que son Scheffé y LSD, estas nos permiten comparar la existencia de varianza significativa en un intervalo de confianza al 95% entre los tratamientos realizados al estado larval y en adultos en la fracción de inactivas dentro del tiempo de exposición al cloro.

En el anexo 5 se encuentra los resultados a las técnicas scheffé y LSD realizadas para el estado larval y adulto del molusco; Para el estado larvario se encontró que la fracción de inactivos con una exposición de 0.5 horas, resulta significativamente igual a las fracciones de inactivas en larvas de los tratamientos con tiempos de exposición de 1 hora, 2 horas, 24 horas y 48 horas, pero resulta significativamente diferente del tratamiento con un tiempo de exposición de 72 horas.

La fracción de larvas inactivas para el estado larvario con una exposición de 1 hora, resulta significativamente igual a las fracciones de inactivas de los tratamientos con tiempos de exposición de 0.5 horas, 2 horas, 24 horas y 48 horas, pero resulta significativamente diferente del tratamiento con un tiempo de exposición de 72 horas.

La fracción de inactivas para el estado larvario con una exposición de 2 horas, resulta significativamente igual a las fracciones de Inactivas en larvas de los tratamientos con tiempos de exposición de 0.5 horas, 1 hora, 24 horas y 48 horas, pero resulta significativamente diferente del tratamiento con un tiempo de exposición de 72 horas.

La fracción de inactivas para el estado larvario con una exposición de 24 horas, resulta significativamente igual a las fracciones de Inactivas en larvas de los tratamientos con tiempos de exposición de 0.5 horas, 1 hora, 2 horas y 48 horas, pero resulta significativamente diferente del tratamiento con un tiempo de exposición de 72 horas.

La fracción de inactivas para el estado larvario con una exposición de 48 horas, resulta significativamente igual a las fracciones de Inactivas en larvas de los tratamientos con tiempos de exposición de 0.5 horas, 1 hora, 2 horas, 24 horas y 72 horas.

La fracción de inactivas para el estado larvario con una exposición de 72 horas, resulta significativamente diferente a las fracciones de Inactivas en larvas de los tratamientos con tiempos de exposición de 0.5 horas, 1 hora, 2 horas y 24 horas, pero resulta significativamente igual del tratamiento con un tiempo de exposición de 48 horas.

Como resultados para el estado adulto del molusco tenemos que la fracción de inactivos adultos con una exposición de 24 horas, resulta significativamente igual a las fracciones de inactivos adultos de los tratamientos con tiempos de exposición de 48 horas y 72 horas, pero resulta significativamente diferente del tratamiento con un tiempo de exposición de 120 horas.

La fracción de inactivas para el estado Adulto con una exposición de 48 horas, resulta significativamente igual a las fracciones de Inactivas en adultos de los tratamientos con tiempos de exposición de 24 horas y 72 horas, pero resulta significativamente diferente del tratamiento con un tiempo de exposición de 120 horas.

La fracción de inactivas para el estado Adulto con una exposición de 72 horas, resulta significativamente igual a las fracciones de Inactivas en adultos de los tratamientos con tiempos de exposición de 24 horas y 48 horas, pero resulta significativamente diferente del tratamiento con un tiempo de exposición de 120 horas.

La fracción de inactivas para el estado Adulto con una exposición de 120 horas, resulta significativamente diferente a todos los tiempos de exposición que son 24 horas, 48 horas y 72 horas.

3.6.2.6 Análisis de varianza en el estado del molusco

Se utilizó el test de Levene, para encontrar diferencias significativas entre las fracciones promedio de inactivos dentro de los estados adulto y larval del molusco.

En la tabla 3.19 se encuentran un análisis del promedio de la fracción de inactivos dentro de los tratamientos realizados a larvas y adultos.

Tabla 3.19 Análisis de promedio de las fracciones de inactivos para cada estado del molusco. SPSS programa estadístico versión 8.0

Variable	Estado del molusco	Número de muestras	Promedio	Desviación Std.	Std. Error Promedio
Proporción de Inactivos	Larva	90	.2289	.2554	0.0269
	Adulto	72	.1806	.3309	0.0389

En la tabla 3.20 se encuentran los resultados de la prueba de igualdad de varianzas, donde $P = 0.034$, donde se podría decir que las varianzas entre las fracciones de inactivos de larvas y adultos es diferente significativamente.

Mediante la prueba de igualdad de varianzas con muestras independientes obtenemos un $P = 0.34$ con lo cual podemos decir que la proporción de inactivos es igual significativamente tanto en larvas como en adultos, los resultados del análisis se encuentran en el anexo 6.

3.6.2.7 Análisis de varianza en los factores concentración de cloro y tiempo de exposición.

Se realizó el análisis de varianza de la fracción de inactivos para encontrar diferencias significativas entre los tratamientos realizados tomando en cuenta el factor concentración de cloro y tiempo de exposición. En el anexo 7, se encuentra los

resultados del ensayo preliminar o descriptivo de los tratamientos tomados para realizar el análisis.

La tabla 3.20 presenta el ANOVA dos factores de la fracción de inactivos en la interacción de la concentración de cloro y el tiempo de exposición para cada estado del molusco. En el anexo 8, se encuentran las ANOVAs concentración de cloro y tiempo de exposición, tomadas para realizar el ANOVA con dos factores.

Tabla 3.20 ANOVA dos factores (Concentración de cloro – tiempo de exposición)

Estado	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P > F
Larva	Total	5,805	89,000			
	Concentración	1,657	5,000	0,331	33,710	0,000
	Tiempo	0,952	5,000	0,190	19,363	0,000
	Interacción (T-C)	2,547	13,000	0,196	19,928	0,000
	Error	0,649	66,000	0,010		
Adulto	Total	7,773	71,000			
	Concentración	1,063	5,000	0,213	29,431	0,000
	Tiempo	4,322	3,000	1,441	199,462	0,000
	Interacción (T-C)	2,042	15,000	0,136	18,846	0,000
	Error	0,347	48,000	0,007		

En la ANOVA de concentración (anexo 8) podemos observar que la concentración de cloro en los adultos no afecta significativamente la fracción de inactivas, con un $P = 0,078$, es decir que las distintas concentraciones de cloro no parece incrementar los adultos que mueren dentro de los ensayos. Para la ANOVA tiempo, observamos que el tiempo de exposición si afecta significativamente la fracción de inactivas tanto en larvas como adulto del molusco.

Para el análisis de varianza de la concentración de cloro y el tiempo, observamos que si existe una diferencia significativa ($P = 0,000$), es decir la fracción de inactivas tanto para larvas como adultos es diferente cuando se aplican concentraciones de cloro a diversos tiempos de exposición.

3.6.2.8 Análisis de comparaciones múltiples con el factor concentración y tiempo de exposición.

Se realizaron dos pruebas estadísticas para las comparaciones múltiples que son Scheffe y LSD, estas nos permiten comparar la existencia de varianza significativa en un intervalo de confianza al 95% entre los tratamientos realizados al estado larval y en adultos en la fracción de inactivas dentro de la interacción de los factores concentración de cloro y tiempo de exposición.

Como resultados de las pruebas de comparación múltiple destacamos las diferencias significativas que existen entre los tratamientos testigo y los tratamientos con los factores, concentración de cloro y tiempo de exposición.

La fracción de inactivas para el estado larval del tratamiento testigo a un tiempo de exposición de 0.5 horas, resulta significativamente diferente a las fracciones de inactivas en larvas de los tratamientos 25 ppm - 72 h, 50 ppm - 48 h, 50 ppm - 72 h, 100 ppm - 24 h, 100 ppm - 48 h, 100 ppm - 72 h, 250 ppm - 0.5 h, 250 ppm - 2 h y 500 ppm - 0.5 h. Resulta igual significativamente al resto de los tratamientos incluyendo a los tratamientos testigo.

La fracción de inactivas para el estado larval del tratamiento testigo a un tiempo de exposición de 1 hora, resulta significativamente diferente a las fracciones de inactivas en larvas de los tratamientos, 25 ppm - 72 h, 50 ppm - 48 h, 50 ppm - 72 h, 100 ppm - 24 h, 100 ppm - 48 h, 100 ppm - 72 h, 250 ppm - 0.5 h, 250 ppm - 2 h, 500 ppm - 0.5 h y resulta igual significativamente al resto de los tratamientos incluyendo a los tratamientos testigo.

La fracción de inactivas para el estado larval del tratamiento testigo a un tiempo de exposición de 2 horas, resulta significativamente diferente a las fracciones de inactivas en larvas de los tratamientos, 25 ppm - 72 h, 50 ppm - 48 h, 50 ppm - 72 h, 100 ppm - 24 h, 100 ppm - 48 h, 100 ppm - 72 h, 250 ppm - 0.5 h, 250 ppm - 2 h, 500 ppm - 0.5 h y resulta igual significativamente al resto de los tratamientos incluyendo a los tratamientos testigo.

La fracción de inactivas para el estado larval del tratamiento testigo a un tiempo de exposición de 24 horas, resulta significativamente diferente a las fracciones de inactivas en larvas de los tratamientos, 25 ppm - 72 h, 50 ppm - 48 h, 50 ppm - 72 h, 100 ppm - 24 h, 100 ppm - 48 h, 100 ppm - 72 h, 250 ppm - 0.5 h, 250 ppm - 2 h, 500

ppm - 0.5 h y resulta igual significativamente al resto de los tratamientos incluyendo a los tratamientos testigo.

La fracción de inactivas para el estado larval del tratamiento testigo a un tiempo de exposición de 48 horas, resulta significativamente diferente a las fracciones de inactivas en larvas de los tratamientos, 25 ppm – 48 h, 25 ppm - 72 h, 50 ppm – 48, 50 ppm - 72 h, 100 ppm - 24 h, 100 ppm - 48 h, 100 ppm - 72 h, 250 ppm - 0.5 h, , 250 ppm – 1 h, 250 ppm - 2 h, 500 ppm - 0.5 h, 500 ppm – 2h y Testigo - 72 h. Resulta igual significativamente al resto de los tratamientos incluyendo a los tratamientos testigo.

La fracción de inactivas para el estado larval del tratamiento testigo a un tiempo de exposición de 72 horas, resulta significativamente diferente a las fracciones de inactivas en larvas de los tratamientos, 50 ppm – 48 h, 50 ppm - 72 h, 100 ppm – 0.5 h, 100 ppm - 24 h, 100 ppm - 48 h, 100 ppm - 72 h, 250 ppm - 2 h y Testigo - 48 h. Resulta igual significativamente al resto de los tratamientos incluyendo a los tratamientos testigo.

La fracción de inactivas para el estado adulto del molusco del tratamiento testigo a un tiempo de exposición de 24 horas, resulta significativamente diferente a las fracciones de Inactivas en larvas de los tratamientos de 25 ppm - 120 h, 50 ppm - 120 h, 100 ppm - 120 h, 250 ppm - 120 h, 500 ppm - 72 h, 500 ppm - 120 h. Resulta igual significativamente al resto de los tratamientos incluyendo a los tratamientos testigo.

La fracción de inactivas para el estado adulto del molusco del tratamiento testigo a un tiempo de exposición de 48 horas, resulta significativamente diferente a las fracciones de Inactivas en larvas de los tratamientos de 25 ppm - 120 h, 50 ppm - 120 h, 100 ppm - 120 h, 250 ppm - 120 h, 500 ppm - 72 h, 500 ppm - 120 h. Resulta igual significativamente al resto de los tratamientos incluyendo a los tratamientos testigo.

La fracción de inactivas para el estado adulto del molusco del tratamiento testigo a un tiempo de exposición de 72 horas, resulta significativamente diferente a las fracciones de Inactivas en larvas de los tratamientos 25 ppm - 120 h, 50 ppm - 120 h,

100 ppm - 120 h, 250 ppm - 120 h, 500 ppm - 72 h, 500 ppm - 120 h. Resulta igual significativamente al resto de los tratamientos incluyendo a los tratamientos testigo.

La fracción de inactivas para el estado adulto del molusco del tratamiento testigo a un tiempo de exposición de 120 horas, resulta significativamente diferente a las fracciones de Inactivas en larvas de los tratamientos 25 ppm - 120 h, 50 ppm - 120 h, 100 ppm - 120 h, 250 ppm - 120 h, 500 ppm - 72 h, 500 ppm - 72 h, 500 ppm - 120 h. Resulta igual significativamente al resto de los tratamientos incluyendo a los tratamientos testigo.

La tabla de resultados para el estado larval y adulto del molusco se encuentra en el anexo 9.

3.6.3 Análisis de la fracción de inactivos de larvas y adultos dentro de los ensayos

Se realizó este análisis para encontrar los ensayos o tratamientos en los cuales las fracciones de inactivos alcanzan los valores más altos, ensayos que son de gran interés ya que representan una mayor eliminación del molusco para el estado larvario o adulto.

3.6.3.1 Preliminares

La figura 3.6 representa un histograma del número total de ensayos versus la fracción de inactivas considerando el total de ensayos dentro de los estados adulto y larvario del molusco. Como se puede observar 70 ensayos de 162 ensayos totales se ubican dentro del grupo con una fracción de inactivos que va de 0,00 a 0,10, es decir que casi el 45 % del total de ensayos, posee menos del diez por ciento de adultos o larvas inactivas.

Otro grupo de interés son los trece ensayos que se encuentran dentro del grupo con un promedio de 1,0 en la fracción de inactivas, estos ensayos poseen más del 90 por ciento de adultos y larvas inactivas.

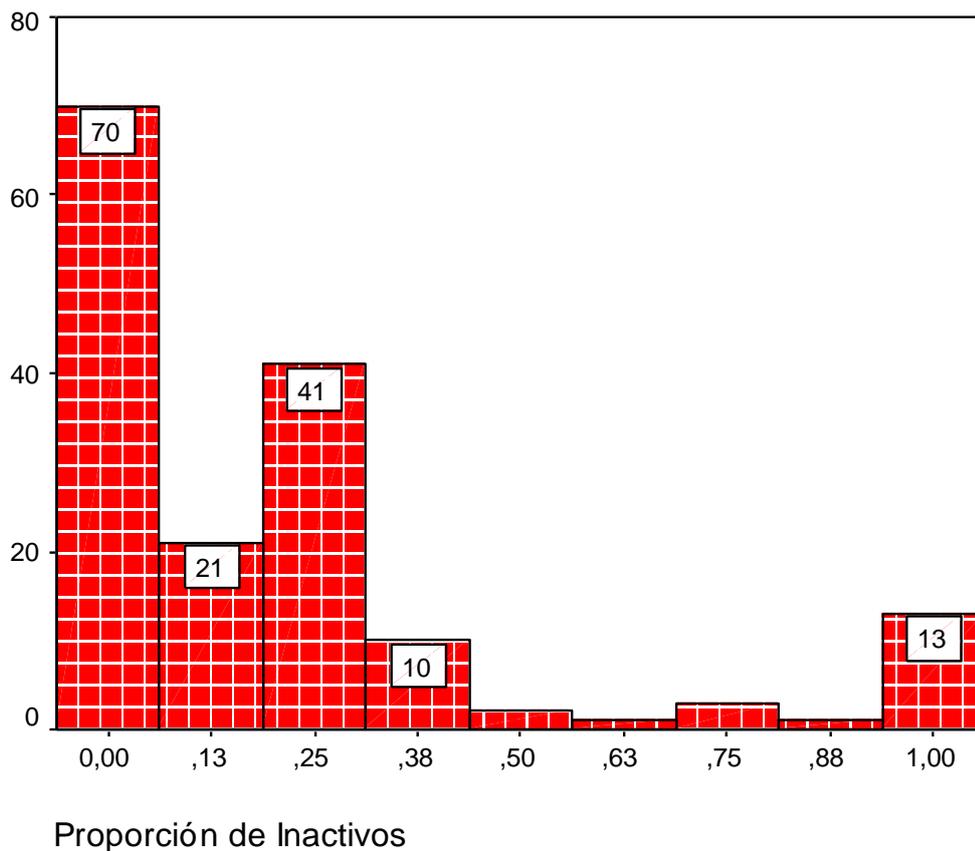


Figura 3.6

Proporción de inactivos vs. Ensayos - Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.

En la figura 3.7, se ha dividido el número de ensayos entre los ensayos realizados a larvas y adultos, frente a las fracciones de inactivos; Se observa en adultos que la proporción de 0 a 10 por ciento de inactivas, contiene el mayor número de ensayos, en esta misma fracción se encuentran también las larvas pero con un número de ensayos mucho menor.

Se observa también que la fracción que posee del 90 al 100 por ciento de inactivos, se encuentran algunos ensayos tanto en larvas como adultos, siendo los adultos, un poco más numerosos.

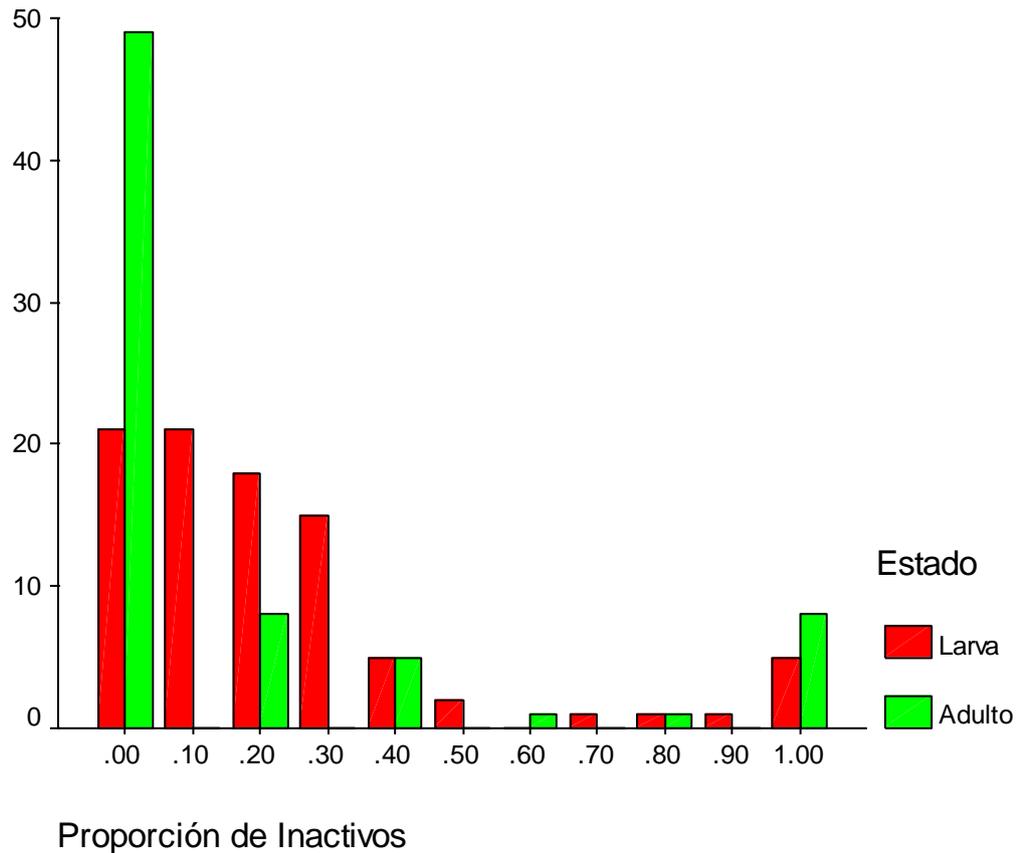


Figura 3.7

Proporción de inactivos para cada estado del molusco vs. Ensayos - Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.

3.6.3.2 Análisis de la fracción de inactivos en grupos representativos.

Para este análisis se dividió a la fracción de inactivos en cuatro grupos que representan el efecto de los factores de un menor a un mayor grado. El primer grupo corresponde a un porcentaje del 0 al 25 por ciento de inactivos, el segundo del 25 al 50 por ciento de inactivos, el tercero del 50 al 75 por ciento de inactivos y el último que es el grupo de interés del 75 al 100 por ciento de inactivos.

En la tabla 3.21 encontramos los cuatro grupos de la fracción de inactivos y el número de ensayos que posee cada uno de los estados del molusco, al igual que sus valores totales. Esta tabla representada en la figura 3.8, nos muestra que la mayoría de ensayos se ubican en la proporción de 0 a 25 por ciento de inactivos tanto en larvas con un valor de 60 de un total de 90 ensayos y en adultos con 57 ensayos de un total de 72.

Tabla 3.21 Ensayos divididos entre grupos de la porción de inactivos

Estado	Proporción de inactivos				Total
	0.0 – 0.25	0.25 – 0.50	0.50 - 0.75	0.75 - 1.00	
Larva	60	20	3	7	90
Adulto	57	5	1	9	72
Total	117	25	4	16	162

Los ensayos que se ubican dentro del grupo de 75 al 100 por ciento de inactivos; Para larvas representan el 8 por ciento del total de ensayos con siete ensayos. En adultos encontramos 9 ensayos que representan el 13 por ciento del total.

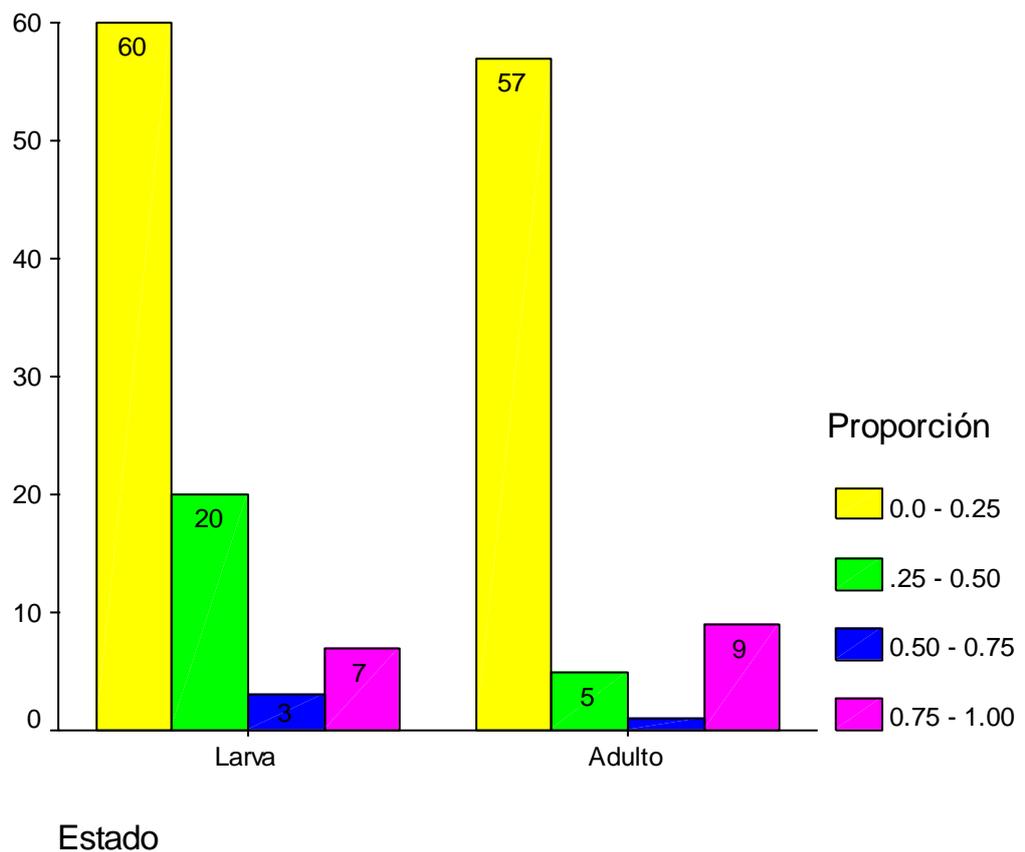


Figura 3.8

Ensayos divididos entre grupos de la porción de inactivos para cada estado del molusco

- Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.

3.6.3.3 Análisis de los grupos de inactivos en el estado del molusco

Se realizó un análisis de chi – cuadrado, para encontrar dependencia entre el número de ensayos de los cuatro grupos y el estado del molusco. Donde $P = 0,038$; Se puede concluir que el número de ensayos dentro de los cuatro grupos es significativamente independiente del estado del molusco.

3.6.3.4 Análisis de los grupos de inactivos en la concentración de cloro

En la tabla 3.22 encontramos los ensayos divididos por la concentración de cloro utilizada y los cuatro grupos de la fracción de inactivos, al igual que sus valores totales esto sin distinguir estado del molusco. Mediante los valores de la tabla y la figura 3.9, se puede observar que el mayor número de ensayos se ubica en el primer grupo de la fracción de inactivos, es decir que casi el 75 por ciento del total de ensayos presenta de un 0 al 25 por ciento de larvas y adultos inactivos, además se puede observar que el testigo contiene una baja cantidad de inactivos, ya que solo se encuentran tres ensayos en el grupo que posee hasta el 50 por ciento de inactivos.

Tabla 3.22 Ensayos distribuidos en los cuatro grupos de inactivos por la concentración de cloro.

Concentración de cloro	Número de ensayos				Total
	0.0 - 0.25 % inactivos	.25 - 0.50 % inactivos	0.50 - 0.75 % inactivos	0.75 - 1.00 % inactivos	
25 ppm	17	4			21
50 ppm	12	5	3	1	21
100 ppm	18	2	1	9	30
250 ppm	13	5		3	21
500 ppm	12	6		3	21
Testigo	45	3			48
Total	117	25	4	16	162

Dentro del grupo de 75 a 100 por ciento de inactivos, encontramos dieciséis ensayos; De estos, nueve ensayos que representan más del 50 por ciento se encuentran a 100 ppm de cloro.

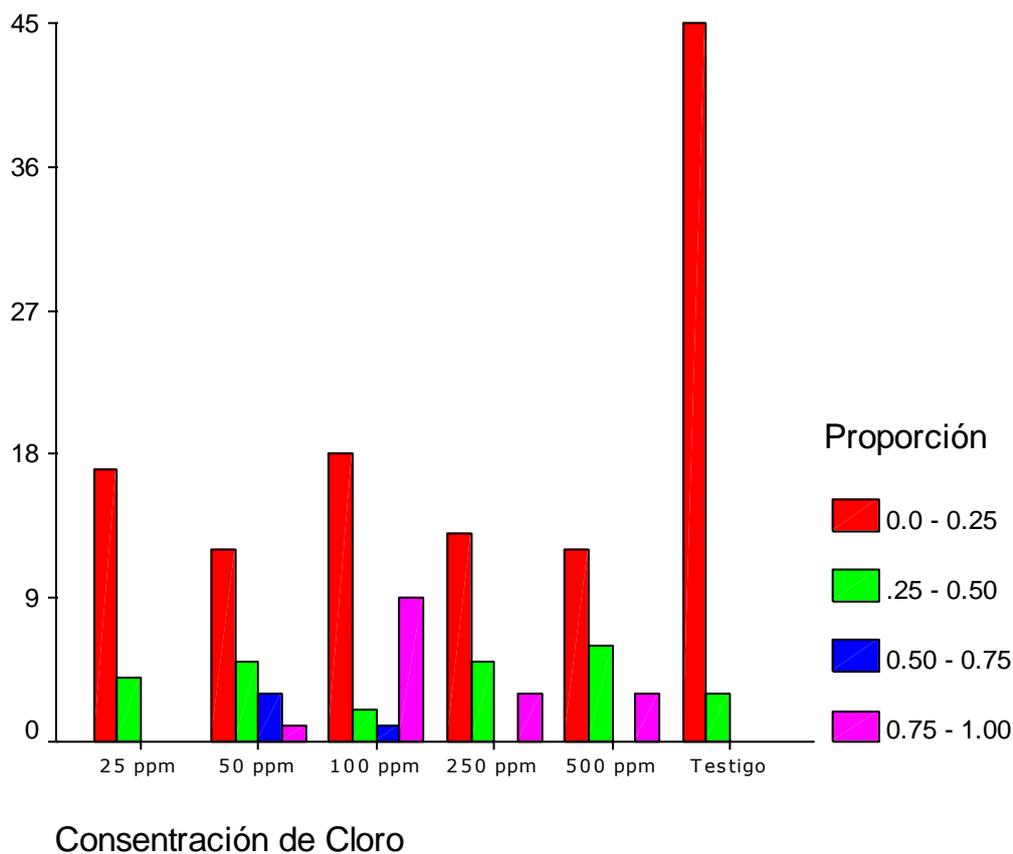


Figura 3.9

Ensayos distribuidos entre los grupos de inactivos por la concentración de cloro utilizada. - Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.

En la figura 3.9 observamos la distribución del total de ensayos dentro de los cuatro grupos de la fracción de inactivos sin considerar diferencias entre larvas y adultos, se puede observar que existe ensayos con un porcentaje de 0 al 25 por ciento de inactivos en todas las concentraciones probadas, además el número de ensayos de esta porción es el mas numeroso dentro de todas las concentraciones utilizadas.

Se puede observar además que en la porción del 75 al 100 por ciento de inactivos se encuentran únicamente ensayos con concentración de cloro de 500 ppm, 250 ppm y 100 ppm, siendo esta última la de mayor número de ensayos.

Se realizó un análisis de Chi – Cuadrado, para encontrar dependencia entre el número de ensayos de las cuatro porciones y la concentración de cloro utilizado. Donde

P = 0,000, podemos concluir que el número de ensayos dentro de los cuatro grupos es significativamente dependiente de las concentraciones de cloro utilizadas.

3.6.3.5 Análisis de los grupos de inactivos en el tiempo de exposición

En la tabla 3.23, encontramos los ensayos divididos por el tiempo de exposición y los cuatro grupos de la fracción de inactivos, al igual que sus valores totales esto sin distinguir estado del molusco.

Tabla 3.23 Ensayos distribuidos en los cuatro grupos de inactivos por el tiempo de exposición.

Tiempo de Exposición	Número de ensayos				Total
	0.0 - 0.25 % inactivos	.25 - 0.50 % inactivos	0.50 - 0.75 % inactivos	0.75 - 1.00 % inactivos	
0.5 Horas	8	4			12
1 Hora	11	1			12
2 Horas	9	3			12
24 Horas	31	4	1		36
48 Horas	28	4	1	3	36
72 Horas	24	7	1	4	36
120 Horas	6	2	1	9	18
Total	117	25	4	16	162

Se puede observar que 117 ensayos de 162, se presentan en la porción de 0 a 25 por ciento de inactivos, mediante la figura 3.10, se destaca que existen ensayos hasta el 50 por ciento de inactivos en todos los tiempos de exposición y para la porción del 75 al 100 por ciento de inactivos encontramos ensayos a 48, 72 y 120 horas de exposición.

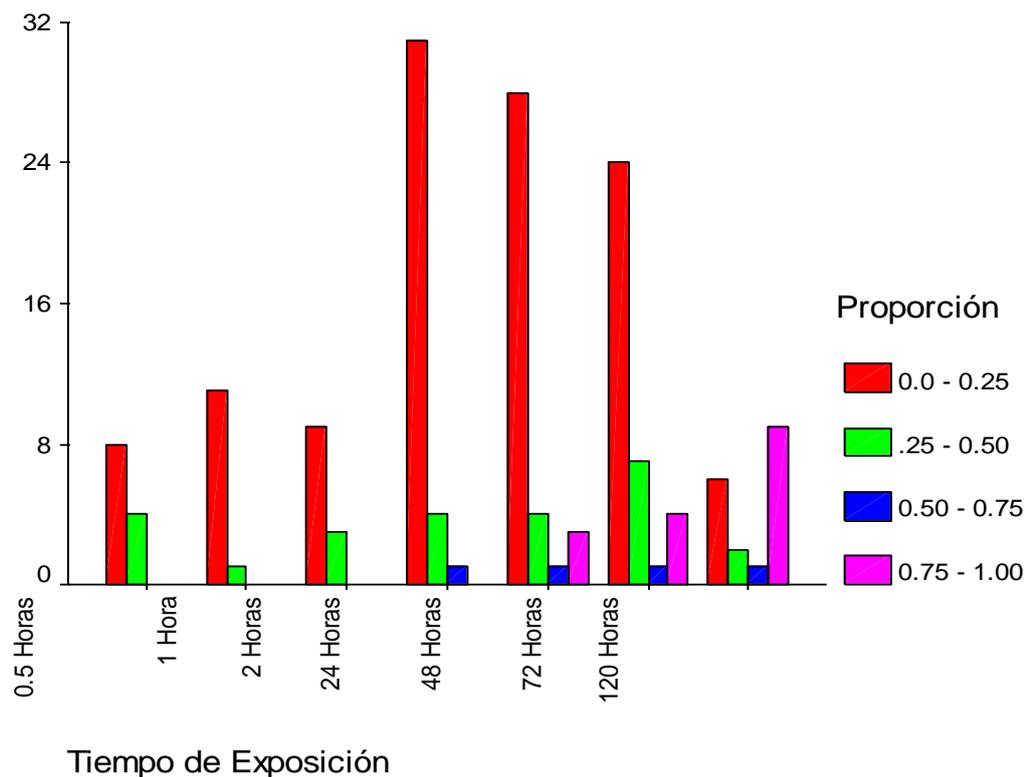


Figura 3.10

Ensayos distribuidos entre los grupos de inactivos por el tiempo de exposición. -
Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.

Se puede destacar que a las 120 horas de exposición los ensayos más representativos se encuentran en la porción del 75 al 100 por ciento de exposición.

Se realizó un análisis de chi – cuadrado, para encontrar dependencia entre el número de ensayos de las cuatro porciones y el tiempo de exposición. Se encontró $P = 0,000$, podemos concluir que el número de ensayos dentro de las porciones de inactivos es significativamente dependiente del tiempo de exposición.

3.6.4 Análisis factorial de correspondencias Múltiples

Se realizó un AFCM, para observar las correspondencias o dependencias entre cada uno de los factores; Los cuatro factores analizados fueron la concentración de cloro utilizada, tiempo de exposición, estado del molusco y porción de inactivos.

En la figura 3.11, tenemos la representación gráfica del análisis factorial de correspondencias múltiples, en este análisis tenemos como factores a las porciones de inactivos divididas en cuatro grupos con un intervalo del 25 por ciento.

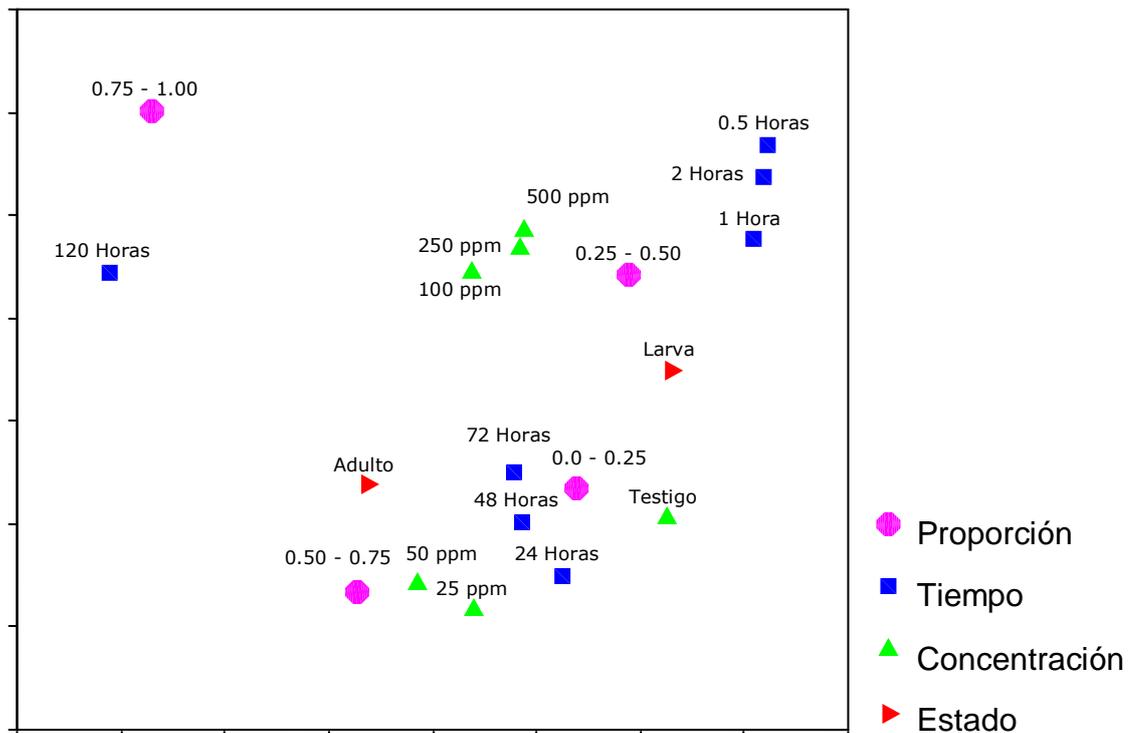


Figura 3.11

AFCM - Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.

En el análisis de las porciones encontramos que la porción de 0 a 25 por ciento de inactivos es correspondiente a los tratamientos testigo y a los tratamientos con baja concentración de cloro como son 25 ppm y 50 ppm; Es decir que el mayor número de ensayos del testigo y los tratamientos con concentraciones bajas de cloro se ubican entre el 0 al 25 por ciento de inactivos.

El tiempo de exposición para obtener esta fracción corresponde a 24 horas, 48 horas y 72 horas que son tiempos de exposición relativamente altos.

El estado del molusco no parece afectar esta porción (0,0 – 0,25), ya que no se encuentra una diferencia entre adultos y larvas.

Se concluye que para obtener una porción de inactivos del 0 al 25 por ciento, el estado del molusco es independiente, es decir larva o adulto, se requiere de ensayos con concentraciones de cloro bajas y con tiempos de exposición relativamente altos.

Para la porción del 25 al 50 por ciento de inactivas observamos que son correspondientes los tratamientos con concentraciones de cloro altas, que son 100 ppm, 250 ppm y 500 ppm, tiempos de exposición bajos con 0,5 horas, 1 hora y 2 horas. El estado del molusco parece marcar una pequeña diferencia, ya que el estado larvario resulta ser más correspondiente a esta porción.

Se concluye que para obtener una porción de inactivos del 25 al 50 por ciento, el estado del molusco debe ser preferentemente larvario, con concentraciones de cloro altas pero con tiempos de exposición muy bajos.

Para la porción del 50 al 75 por ciento de inactivos tenemos que son más correspondientes las concentraciones bajas de cloro como 50 y 25 ppm, los tiempos de exposición altos como 24 horas, 48 horas y 72 horas. El estado del molusco más correspondiente es el adulto.

Se concluye que para obtener una porción de inactivos del 50 al 75 por ciento, los tratamientos deben efectuarse en el estado adulto del molusco con concentraciones de cloro relativamente bajas con tiempos de exposición altos.

Para la porción del 75 al 100 por ciento de inactivas, son correspondientes las concentraciones altas de cloro que son 100 ppm, 250 ppm y 500 ppm, con un tiempo de exposición de 120 horas. El estado adulto del molusco parece ser más afín a esta porción.

3.6.4.1 AFCM para el estado adulto del molusco.

Se realizó AFCM para el estado adulto del molusco, con los factores proporción, tiempo de exposición y concentración.

En la figura 3.12 tenemos el resultado gráfico del análisis, donde podemos observar que para la fracción del 75 al 100 por ciento de inactivos el tratamiento a 100 ppm con un tiempo de exposición de 120 horas resultan ser el más afin a esta porción.

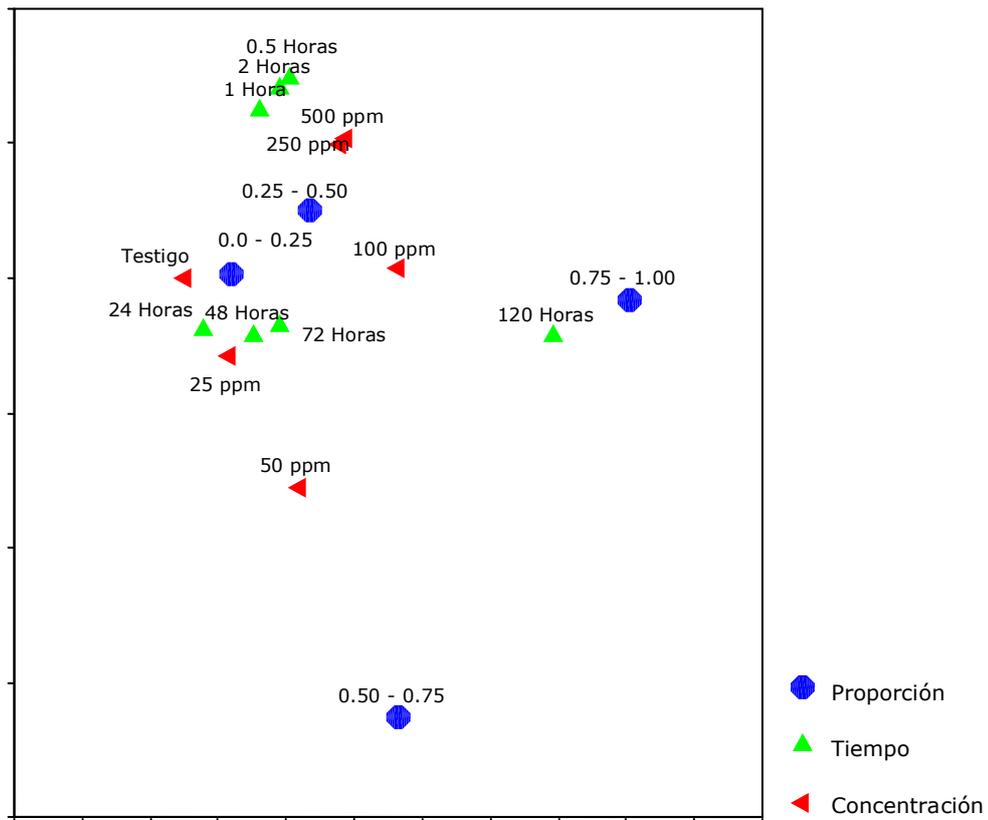


Figura 3.12

AFCM para el estado adulto del molusco - Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.

Además observamos que el tratamiento testigo y los tratamientos con concentraciones bajas de cloro son correspondientes a las porciones de 0 a 25 por ciento de inactivos.

3.6.4.2 AFCM para el estado larvario del molusco.

Se realizó un AFCM para el estado larvario del molusco, con los factores proporción, tiempo de exposición y concentración.

En la figura 3.13 tenemos el resultado gráfico del análisis, donde se puede concluir que a la porción de 0 a 25 por ciento de inactivos le corresponde los tratamientos testigo y el tratamiento a 25 ppm de cloro, independientemente del tiempo de exposición.

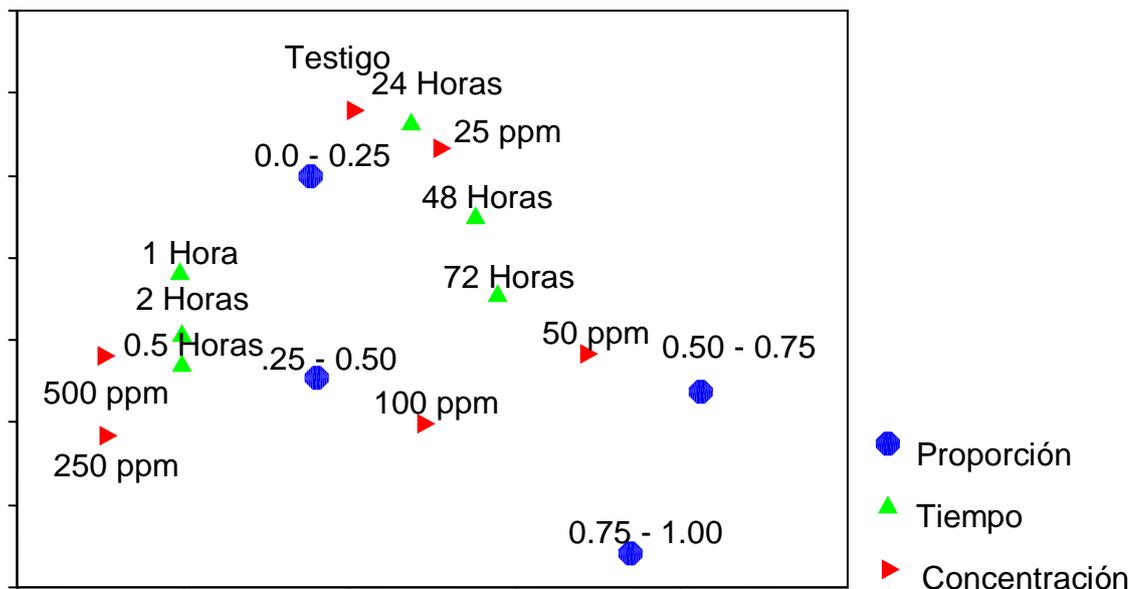


Figura 3.13

AFCM para el estado larval del molusco- Resultado Programa estadístico SPSS versión 8.0.

Para la fracción de 25 a 50 por ciento de inactivos los tratamientos corresponden a concentraciones altas de cloro pero con tiempos de exposición muy bajos.

Para la fracción del 50 al 75 por ciento observamos que la concentración de cloro de 50 ppm con un tiempo de exposición de 72 horas son los tratamientos más correspondientes.

Para la porción de interés del 75 al 100 por ciento de inactivos encontramos una mayor correspondencia a los 100 ppm. de cloro a un tiempo de exposición alto, como 72 horas.

3.6.5 Análisis de regresión

Se realizó un modelo matemático para predecir la porción de inactivos, de acuerdo a los factores concentración, tiempo de exposición y estado del molusco.

La regresión lineal utilizada tiene la forma:

$$P = a*\text{ESTADO} + b*\text{CONCENTRACIÓN} + c*\text{TIEMPO} + d*\text{CONCENTRACIÓN-ESTADO} + e*\text{TIEMPO-ESTADO} + f*\text{CONCENTRACIÓN-TIEMPO} + g*\text{CONCENTRACIÓN-TIEMPO-ESTADO}$$

Donde P es la porción de inactivos y a, b, c, d, e, f, g, son los coeficientes de cada uno de los factores.

Para el modelo se ha encontrado el coeficiente de determinación $R^2 = 0.216$, con lo que se puede concluir que el modelo resultante no es muy preciso.

Se realizó un ANOVA tomando como variable dependiente la porción de inactivos; se encontró un $P = 0,000$, con lo cual se puede decir que existen coeficientes diferentes de cero.

En la tabla 3.24, encontramos los coeficientes para el estado, tiempo de exposición y la interacción concentración – tiempo – estado, ya que los otros factores fueron excluidos del análisis.

El coeficiente mas alto encontrado es para el estado, con un valor de 0,208, se puede decir que el estado del molusco y el tiempo de exposición son los factores que mas afectan la porción de inactivos dentro de los ensayos.

Tabla 3.24 Coeficientes del modelo matemático - SPSS programa estadístico versión 8.0.

	Coeficientes no estandarizados	Coeficientes estandarizados	Sig.
	B	Beta	
Constante	.206		.026
Estado	-.208	-.356	.000
Tiempo de Exposición	8.730E-02	.506	.000
Concentración - Tiempo - Estado	-2.197E-04	-.133	.063

3.6.5.1 Análisis de regresión con los factores tiempo de exposición y estado del molusco

Se realizó un modelo matemático tomando únicamente el estado del molusco y tiempo de exposición, factores que afectan en grado mayor la porción de inactivos.

Para el modelo se ha encontrado $R^2 = 0.198$, con lo cual el modelo resultante es menos preciso que el modelo con todos los factores.

La ANOVA realizada, tomando como variable dependiente la porción de inactivos nos entrega un $P = 0,000$, con lo cual se puede decir que existen coeficientes diferentes de cero.

En la tabla 3.25, encontramos los coeficientes para el estado y la interacción tiempo – estado, el factor tiempo fue excluido del modelo.

El coeficiente más alto encontrado es para el estado con un valor de -0,205, con lo cual se puede decir que el estado del molusco es el factor que mas afecta la porción de inactivos dentro de los ensayos.

Tabla 3.25 Coeficientes del modelo matemático para el tiempo de exposición y estado del molusco - SPSS programa estadístico versión 8.0

	Coeficientes no estandarizados	Coeficientes estandarizados	Sig.
	B	Beta	
Constante	9.417E-02		.181
Estado	-.205	-.351	.000
Tiempo - Estado	8.717E-03	.513	.000

3.6.5.2 Análisis de regresión para el estado adulto del molusco

Se estableció un modelo matemático para predecir la porción de inactivos en el estado adulto del molusco, de acuerdo a los factores concentración, tiempo de exposición en el estado adulto del molusco.

Para el modelo $R^2 = 0.401$, encontramos que es un modelo menos impreciso que los dos anteriores.

Tabla 3.26 Coeficientes del modelo matemático para el tiempo de exposición y la concentración de cloro para el estado adulto del molusco. - SPSS programa estadístico versión 8.0.

	Coeficientes no estandarizados	Coeficientes estandarizados	Sig.
	B	Beta	
Constante	-.881		.000
Tiempo de Exposición	.187	.636	.000
Concentración - Tiempo	8.095E-04	.042	.650

En la tabla 3.26, encontramos los coeficientes para el tiempo de exposición y la interacción concentración - tiempo, los demás factores fueron excluidos del modelo.

El coeficiente más alto encontrado es para el tiempo de exposición con un valor de 0,187 con lo cual se puede decir que este factor es el que mas afecta la porción de inactivos en el estado adulto del molusco.

3.6.5.3 Análisis de regresión para el estado larval del molusco

Se estableció un modelo matemático para predecir la porción de inactivos en el estado larvario del molusco, de acuerdo a los factores concentración y tiempo de exposición.

Se determinó $R^2 = 0,231$, con lo cual podemos decir que el modelo encontrado es poco preciso.

Tabla 3.27 Coeficientes del modelo matemático para el tiempo de exposición y la concentración de cloro para el estado larvario del molusco. - SPSS programa estadístico versión 8.0.

	Coeficientes no estandarizados	Coeficientes estandarizados	Sig.
	B	Beta	
Constante	.261		.003
Tiempo de Exposición	5.024E-02	.333	.001
Concentración - Tiempo	-4.870E-03	-.339	.001

En la tabla 3.37 encontramos los coeficientes para el tiempo de exposición y la interacción concentración - tiempo, los demás factores fueron excluidos del modelo.

El coeficiente más alto encontrado es para el tiempo de exposición con un valor de 0,05024 con lo cual se puede decir que este factor es el que mas afecta la porción de inactivos en el estado adulto del molusco.

3.7 Diseño de tecnología para la Red Contra Incendios

Se diseñó la tecnología para eliminar la larva de veneroidea corbiculina, mediante el tratamiento térmico del agua cruda a 60 ° C, con la utilización de un intercambiador de calor.

3.7.1 Volumen de agua cruda en la Red Contra Incendios

Se calculó el volumen de agua cruda requerido por el sistema Contra Incendios de la REE, mediante el diagrama de piping and instrumentation.

La tabla 3.28, presenta los totales se tubería utilizada en la red contra incendios de REE.

Tabla 3.28 Tubería de la red contra incendios REE.

Diámetro tubería (pulgadas)	Longitud (m)	Volumen (m³)
18	576,90	94,71
10	6.568,97	332,86
6	464,08	8,47
8	461,52	14,97
12	4.835,70	352,84
14	910,22	90,40

En la tabla 3.38 se encuentran el volumen de agua requerido, calculado mediante la fórmula: Volumen de tubería = Pi * (diámetro de tubería/2)* Longitud.

Volumen total de Red Contra Incendios: **894,24 m³**.

Volumen total estimado con el 25 %: **1170,70 m³**.

Volumen tomado para diseño de tecnología: **1500 m³**

3.7.2 Diseño intercambiador de calor

3.7.2.1 Requerimiento calorífico.

Se calculó la cantidad de calor necesaria, para calentar el agua de la red contra incendios de una temperatura de 20° C a 60° C.

$$Q = m_{\text{agua}} * C_{p_{\text{agua}}} * \Delta T$$

$$\text{Masa de agua: } \frac{1500 \text{ m}^3 \text{ agua}}{1 \text{ m}^3} * \frac{1000 \text{ kg.}}{1 \text{ m}^3} = 1'500.000 \text{ Kg. Agua}$$

$$Q = 1'500.000 \text{ kg} * 1 \frac{\text{kcal}}{\text{°C kg}} * 40 \text{ °C}$$

Calor requerido: 60'000.000 kcal.

Para un proceso de veinte y cuatro horas el calor requerido por hora es de:

2'500.000,00 Kcal/h.

3.7.2.2 Cantidad de vapor utilizada

$$Q = m\lambda x$$

Para Q = 2'500.000 Kcal/hora

λ = Entalpía específica del gas

X = 0.9

Presión de vapor en REE: 10 bar

$$10 \text{ bar} * \frac{1 \text{ atm}}{1 \text{ bar}} * \frac{14.7 \text{ psi}}{1 \text{ atm}} = 147 \text{ psi}$$

Entalpía específica para el vapor de agua a 147 psi = **1194,1 btu/lb**. Interpolada mediante los datos de la tabla 3.29, que fueron obtenidos de la tabla de vapor en el anexo 10).

Tabla 3.29 Entalpía específica y temperatura del vapor en REE.

PSI	Hg	Temperatura (°F)
143	1193,7	355
147	X	Y
153	1194,7	360

Por medio del teorema de Thales:

$$\frac{153-147}{153-143} = \frac{1194,7-X}{1194,7-1193,7} ; \quad \frac{153-143}{153-143} = \frac{360-Y}{360-355}$$

Donde X = 1194,1 btu/lb ; Y = 357 ° F.

Conversión de unidades:

$$\frac{1194,1 \text{ BTU}}{\text{lb}} * \frac{252 \text{ cal}}{1 \text{ BTU}} * \frac{1 \text{ kcal}}{1000 \text{ cal}} \frac{2,2054 \text{ lb}}{1 \text{ kg}} = 663,634 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$m = \frac{Q}{\lambda * X}$$

$$m = \frac{2'500.000 \text{ Kcal} / h}{663,634 \text{ Kcal} / \text{Kg} \cdot 0.9}$$

$$m = 3767,14 \text{ Kg} / \text{hora.}$$

3.7.2.3 Calculo del área intercambiador de calor

$$Q = A * U * \Delta T m l$$

A= Área del Intercambiador

U= Coeficiente Global de Transferencia estimado

ΔT_{ml} = Temperatura media logarítmica.

Temperatura del vapor de agua = 357 °F. = 180,60 °C.

En la figura 3.14 se encuentra el esquema de variación de temperatura en el intercambiador.

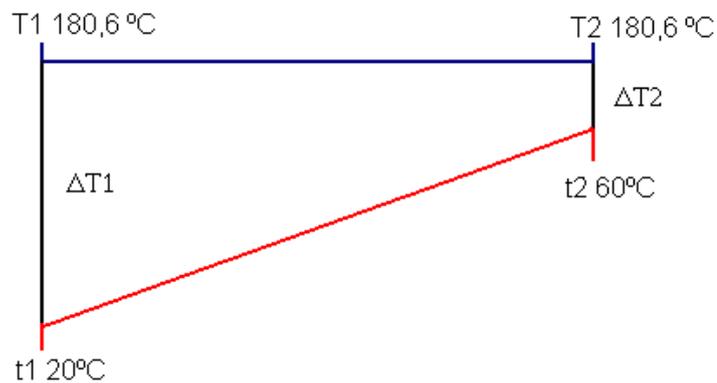


Figura 3.14

Variación de temperatura en el intercambiador de diseño.

$$\Delta T_{ml} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$

$$\Delta T_{ml} = \frac{(180,60 - 20) - (180,60 - 60)}{\ln \left(\frac{180,60 - 20}{180,6 - 60} \right)}$$

$$\Delta T_{ml} = 139,64 \text{ } ^\circ C$$

$$A = \frac{Q}{U * \Delta T_{ml}}$$

$$U = 172,76 \frac{Kcal}{h * m^2 * ^\circ C}; \text{ U experimental según Mc Cabe/Smith para}$$

intercambiador de vapor-agua sin factor de incrustación.

$$A = \frac{2'500.000 \frac{Kcal}{h}}{172,76 \frac{Kcal}{h * m^2 * ^\circ C} * 139,64 \text{ } ^\circ C}$$

$$A = 103,63 \text{ m}^2.$$

3.7.2.4 Esquema de la planta

La figura 3.15 presenta un esquema de los equipos e instrumentos utilizados para el funcionamiento del intercambiador de calor.

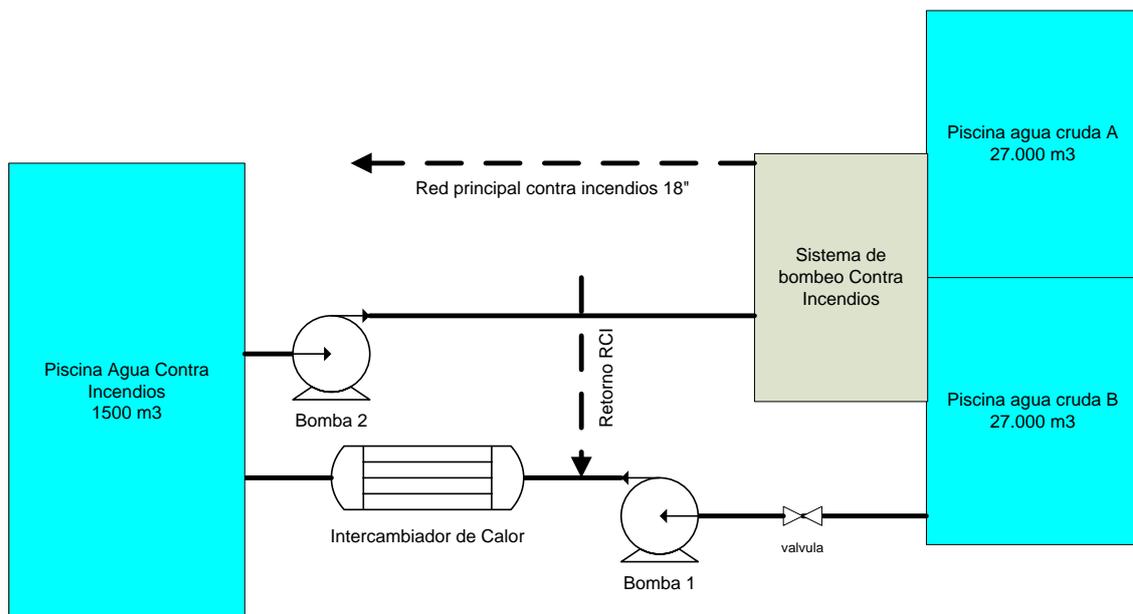


Figura 3.15
Esquema de la planta

CAPITULO 4: CONCLUSIONES

- El sistema de bombeo de la red de contra incendios se encuentra en plena capacidad operativa, cumpliendo con los caudales y presiones de diseño; El sistema de tubería presenta problemas de obstrucción biológica, cuando la tubería se reduce a seis pulgadas de diámetro.
- El agua que suministra el sistema contra incendios de REE, se clasifica como suave de acuerdo al contenido de calcio presente, luego de realizado el análisis físico – químico.
- No se identifico la larva de *veneroidea corbiculina*, a partir de las muestras de agua cruda, para la identificación fue necesario concentrar la larva por medio de filtración.
- No se registró crecimiento en ninguno de los cultivos probados; únicamente se obtuvieron resultados positivos en los cultivos aplicando oxigenación al agua.
- Se concluye que un factor crítico de crecimiento en la larva dentro de la Red Contra Incendios, resulta ser la elevada cantidad de oxígeno que se encuentra disuelto en el agua cruda bombeada.
- Por medio del tratamiento estadístico de los datos obtenidos en la evaluación de los mismos, se concluye luego del análisis de varianza que existen tratamientos que difieren significativamente entre ellos.
- Se concluye que a 60 °C, los datos obtenidos en la evaluación de los tratamientos difieren del tratamiento testigo en el estado adulto y larvario del molusco; y resulta significativamente igual al tratamiento a 80° C.
- En los tratamientos utilizando el factor cloro obtenemos que son significativamente diferentes los tratamientos efectuados en larvas del molusco; Mientras que para el estado adulto, las concentraciones de cloro

utilizadas no afectan significativamente el porcentaje de inactivos entre los tratamientos.

- Los tratamientos que presentan una diferencia significativa del promedio de inactivos con el testigo, son los tratamientos con concentraciones de cloro de 50 ppm y 100 ppm; Para los tratamientos evaluados en estado larval del molusco.
- En el estado adulto los tratamientos evaluados a 500 ppm de cloro, resultan diferentes significativamente del tratamiento testigo.
- Para los tratamientos evaluados con cloro, el tiempo de exposición afecta el promedio de inactivos de los tratamientos tanto para el estado larvario y adulto del molusco; Esto se concluye al encontrar diferencias significativas entre los ensayos en los cuales se incrementó el tiempo de exposición al cloro.
- Para el análisis del promedio de inactivos en los tratamientos aplicados a adultos y larvas, se concluye que no existe una diferencia significativa entre el efecto del estado del molusco.
- Se concluye al realizar el análisis del promedio de inactivas con la concentración y el tiempo de exposición que existe diferencias significativas entre los mismos.
- Del análisis de comparaciones múltiples, se concluye que el tratamiento testigo difiere significativamente en la proporción de inactivos con los tratamientos 25 ppm - 72 h, 50 ppm - 48 h, 50 ppm - 72 h, 100 ppm - 24 h, 100 ppm - 48 h, 100 ppm - 72 h, 250 ppm - 0.5 h, 250 ppm - 2 h y 500 ppm - 0.5 h; esto para el estado larvario del molusco.
- Para el estado adulto, se concluye que el tratamiento testigo es significativamente diferente a los tratamientos 25 ppm - 120 h, 50 ppm - 120 h, 100 ppm - 120 h, 250 ppm - 120 h, 500 ppm - 72 h, 500 ppm - 120 h.

- La mayoría de ensayos realizados se encuentra en el 25 por ciento de eliminación total de la larva; Solo el 8 por ciento de ensayos alcanzan una efectividad del 75 por ciento y más de larvas eliminadas.
- Para el análisis de regresión, se concluye que los modelos no se ajustan con mucha exactitud ya que los coeficientes de determinación son bajos; El coeficiente que mas afecta el promedio de inactivos tanto para larvas como adultos en el tratamiento con cloro, encontramos al tiempo de exposición.
- El incremento de temperatura de 20° C a 60° C; mediante el intercambiador de calor sugerido, es una tecnología limpia que elimina más del 90 por ciento de larva en el agua cruda.

CAPITULO 5: RECOMENDACIONES.

- Se recomienda el uso de la tecnología diseñada en este trabajo para evitar las obstrucciones causadas por el molusco *veneroidea corbiculina* en el sistema contra incendios de la Refinería Estatal Esmeraldas.
- Se recomienda a la Facultad de Ciencias de la Vida y especialmente a la Escuela de Biotecnología la vinculación de estudiantes en diversas pasantías en el campo petrolero; así los estudiantes tendrán una nueva visión para un futuro desenvolvimiento en el ámbito laboral.
- Se recomienda además a la Escuela Politécnica del Ejército que mediante su centro de investigación CEINCI, participe en los concursos para control ambiental que se lleva a cabo en todas las refinerías de Petroindustrial.

CAPITULO 6: BIBLIOGRAFÍA.

- **ALZATE, J. Y IRIZAR, X** (1987). - Informe sobre el estudio químico biológico de los ríos guipuzcoanos Comisaría de Aguas del N. de España.
- **CHANG, Raymond** (1993) – Química - Cuarta Edición. Mc Graw – México.
- **CHIYODA Chemical Engineering & Construcction CO. LTD.** – Sumimoto Corporation – Corporación Estatal Petrolera Ecuatoriana CEPE – Archivo Técnico Libro de Datos Vol. I-1, Vol. I-2, Vol. XII-1-2-3, Vol. XII-4, Vol. XII-5, Vol. V-1-2.
- **GARDINER Mary S.** (1984) – Biología de los invertebrados – Ediciones Ibook - Buenos Aires – pag 108 -111.
- **LIFSCHITZ, Eduardo** (1993) – Calderas y control básico – AADECA – Vol 1.
- **MARTIN, S.M. & G. DARRIGRAN.** (1994)- *Limnoperna fortunei* en el Río de la Plata. Alteración en la composición de la malacofauna litoral. Tankay.
- **Mc. CABE, SMITH, HARRIOT.** (2002) - "Operaciones Unitarias en Ingeniería Química". Ed. Mc.Graw-Hill. – México.
- **MEGLITSCH Paul A.** (1988) – Zoología de Invertebrados – Ediciones H. Blume – Madrid – pags. 353-374.
- **NFPA 25** (2000) – Organización Internacional de Códigos y Normas – Inspección, Control y Mantenimiento de sistemas contra incendios a base de agua. Capítulo 25 - pags. 110 – 122.
- **ROBERT L. WEBER** (1998) – Física para la Ciencia y la Ingeniería – Mc. Graw-Hill – Tomo I – pags. 226 – 230.

- **RUIZ DÍAZ, JUAN J. - LEZCANO, CESAR A. - VAZQUEZ, FRANCISCO A.** - Laboratorio de Química Ambiental - Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE. Corrientes, Argentina. Proyectos N° 372, N° 527, N° 688. sobre Ambientalismo.
- **SISTEMAS ADVANCE C.A.** (1998) - "CATALOGO DOSIFICADORES", División SERVITEC, Caracas Venezuela.
- **YUNUS A. C Engel** (2006) – Termodinámica – Quinta edición – McGraw-Hill – pags. 680 – 697.

Referencias electrónicas:

<http://mareostrum.org/vidamarina/animalia/invertebrados/moluscos/bivalvos/bivalvos.>

[htm](#) - Los Bivalvos, Jordi Sanclement – 2006.

<http://www.revistaaquatic.com/documentos/docs/mejilloncebra2.pdf> - Jornada Técnica sobre el mejillón cebra – Universidad de Zaragoza – 2003.

<http://www.xarxadelaguaclara.org/PXV/Documentacio/ONGs%20i%20altres/mejilloncebra.htm> - El mejillón cebra amenaza las aguas dulces ibéricas, Berta López Macías, ambientóloga – 2005.

<http://www.aragonesasi.com/natural/fauna/mejillon.htm> - Preguntas y respuestas fundamentales sobre la presencia del mejillón cebra en España - Ramón Álvarez – 2006.

<http://limno.fcien.edu.uy/pdf/mejillondorado.pdf> - Mejillón Dorado en Uruguay - Ernesto Brugnoli Olivera y Juan Ma. Clemente – 2002.

<http://biolo.bg.fcen.uba.ar/cont02.PDF> - Control del molusco incrustante *Limnoperna fortunei* mediante el agregado de moluscidas al agua - Daniel Cataldo, Demetrio Boltovskoy, Mónica Pose – 2002.

<http://www.monografias.com/trabajos14/cloracion/cloracion.shtml#cloro> - Metodología para la selección de un sistema de desinfección con cloro – 1998.

http://mipagina.cantv.net/ulacoa/pretf2241_502.htm - Fenómenos de transporte 2- Ulises Lacoa.

<http://www.monografias.com/trabajos15/transf-calor/transf-calor.shtml> - Transferencia de Calor – Nelson Tapia.

<http://www.telecable.es/personales/albatros1/quimica/> - Introducción a la Química Orgánica – Ramiro Alba – 1997.

ANEXOS

Anexo 1

Análisis de fracción promedio de inactivas para cada estado del molusco

Estado del molusco	° T	Replicas	Promedio	Desviación Estándar	Error Estándar	Intervalo de confianza 95%		Mínimo	Máximo
						Lower Bound	Upper Bound		
Larva	40° C	3	.43333	.25166	.14530	-.19183	1.05849	.200	.700
	60° C	3	.93333	.11547	6.6667E-02	.64649	1.22018	.800	1.000
	80° C	3	1.00000	.00000	.00000	1.00000	1.00000	1.000	1.000
	Testigo	3	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.000	.000
	Total	12	.59167	.43996	.12700	.31213	.87120	.000	1.000
Adulto	40° C	3	.20833	.19094	.11024	-.26599	.68266	.000	.375
	60° C	3	1.00000	.00000	.00000	1.00000	1.00000	1.000	1.000
	80° C	3	.95833	7.2169E-02	4.1667E-02	.77906	1.13761	.875	1.000
	Testigo	3	.00000	.00000	.00000	.00000	.00000	.000	.000
	Total	12	.54167	.47174	.13618	.24194	.84140	.000	1.000

Anexo 2

Comparaciones múltiples Scheffé y LSD

Estado del molusco	Técnica	(I) Temperatura	(J) Temperatura	Mean Difference (I-J)	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Larva	Scheffe	40° C	60° C	-.50000	.015	-.89480	-.10520
			80° C	-.56667	.008	-.96147	-.17186
			Testigo	.43333	.032	3.8529E-02	.82814
		60° C	40° C	.50000	.015	.10520	.89480
			80° C	-6.66667E-02	.948	-.46147	.32814
			Testigo	.93333	.000	.53853	1.32814
		80° C	40° C	.56667	.008	.17186	.96147
			60° C	6.66667E-02	.948	-.32814	.46147
			Testigo	1.00000	.000	.60520	1.39480
		Testigo	40° C	-.43333	.032	-.82814	-3.85293E-02
			60° C	-.93333	.000	-1.32814	-.53853
			80° C	-1.00000	.000	-1.39480	-.60520
	LSD	40° C	60° C	-.50000	.002	-.76067	-.23933
			80° C	-.56667	.001	-.82733	-.30600
			Testigo	.43333	.005	.17267	.69400
		60° C	40° C	.50000	.002	.23933	.76067
			80° C	-6.66667E-02	.572	-.32733	.19400
			Testigo	.93333	.000	.67267	1.19400
		80° C	40° C	.56667	.001	.30600	.82733
			60° C	6.66667E-02	.572	-.19400	.32733
			Testigo	1.00000	.000	.73933	1.26067
		Testigo	40° C	-.43333	.005	-.69400	-.17267
			60° C	-.93333	.000	-1.19400	-.67267
			80° C	-1.00000	.000	-1.26067	-.73933
Adulto	Scheffe	40° C	60° C	-.79167	.000	-1.08272	-.50061
			80° C	-.75000	.000	-1.04105	-.45895
			Testigo	.20833	.181	-8.27201E-02	.49939
		60° C	40° C	.79167	.000	.50061	1.08272
			80° C	4.16667E-02	.967	-.24939	.33272
			Testigo	1.00000	.000	.70895	1.29105

LSD	80° C	40° C	.75000	.000	.45895	1.04105
		60° C	-4.16667E-02	.967	-.33272	.24939
		Testigo	.95833	.000	.66728	1.24939
	Testigo	40° C	-.20833	.181	-.49939	8.2720E-02
		60° C	-1.00000	.000	-1.29105	-.70895
		80° C	-.95833	.000	-1.24939	-.66728
	40° C	60° C	-.79167	.000	-.98383	-.59950
		80° C	-.75000	.000	-.94217	-.55783
		Testigo	.20833	.037	1.6166E-02	.40050
	60° C	40° C	.79167	.000	.59950	.98383
		80° C	4.16667E-02	.631	-.15050	.23383
		Testigo	1.00000	.000	.80783	1.19217
	80° C	40° C	.75000	.000	.55783	.94217
		60° C	-4.16667E-02	.631	-.23383	.15050
		Testigo	.95833	.000	.76617	1.15050
	Testigo	40° C	-.20833	.037	-.40050	-1.61663E-02
60° C		-1.00000	.000	-1.19217	-.80783	
80° C		-.95833	.000	-1.15050	-.76617	

Anexo 3

ANOVA por temperatura

	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Pr > F
Entre Grupos	4.270	3	1.423	88.444	.000
Dentro de Grupos	.322	20	1.609E-02		
Total	4.592	23			

Anexo 4

ANOVA por estado del molusco

	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios	F	Pr > F
Entre Grupos	1.500E-02	1	1.500E-02	.072	.791
Dentro de Grupos	4.577	22	.208		
Total	4.592	23			

Anexo 5

Análisis de comparaciones múltiples de la fracción de inactivas para larvas y adultos.

				Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
Estado		(I) Tiempo de Exposición	(J) Tiempo de Exposición				Lower Bound	Upper Bound
Larva	Scheffe	0.5 Horas	1 Hora	1.667E-02	.098	1.000	-.3178	.3511
			2 Horas	-2.5000E-02	.098	1.000	-.3594	.3094
			24 Horas	5.556E-03	.090	1.000	-.2997	.3109
			48 Horas	-.1444	.090	.760	-.4497	.1609
		1 Hora	72 Horas	-.2500	.090	.181	-.5553	5.530E-02
			0.5 Horas	-1.6667E-02	.098	1.000	-.3511	.3178
			2 Horas	-4.1667E-02	.098	.999	-.3761	.2928
			24 Horas	-1.1111E-02	.090	1.000	-.3164	.2942
		2 Horas	48 Horas	-.1611	.090	.665	-.4664	.1442
			72 Horas	-.2667	.090	.127	-.5720	3.863E-02
			0.5 Horas	2.500E-02	.098	1.000	-.3094	.3594
			1 Hora	4.167E-02	.098	.999	-.2928	.3761
		24 Horas	24 Horas	3.056E-02	.090	1.000	-.2747	.3359
			48 Horas	-.1194	.090	.877	-.4247	.1859
			72 Horas	-.2250	.090	.288	-.5303	8.030E-02
			0.5 Horas	-5.5556E-03	.090	1.000	-.3109	.2997
		48 Horas	1 Hora	1.111E-02	.090	1.000	-.2942	.3164
			2 Horas	-3.0556E-02	.090	1.000	-.3359	.2747
			48 Horas	-.1500	.080	.624	-.4231	.1231
			72 Horas	-.2556	.080	.082	-.5286	1.751E-02
		72 Horas	0.5 Horas	.1444	.090	.760	-.1609	.4497
			1 Hora	.1611	.090	.665	-.1442	.4664
			2 Horas	.1194	.090	.877	-.1859	.4247
			24 Horas	.1500	.080	.624	-.1231	.4231
	LSD	0.5 Horas	72 Horas	-.1056	.080	.883	-.3786	.1675
			0.5 Horas	.2500	.090	.181	-5.5297E-02	.5553
			1 Hora	.2667	.090	.127	-3.8631E-02	.5720
			2 Horas	.2250	.090	.288	-8.0297E-02	.5303
	1 Hora	24 Horas	.2556	.080	.082	-1.7511E-02	.5286	
		48 Horas	.1056	.080	.883	-.1675	.3786	
		0.5 Horas	1.667E-02	.098	.866	-.1785	.2118	
		2 Horas	-2.5000E-02	.098	.800	-.2201	.1701	
	2 Horas	24 Horas	5.556E-03	.090	.951	-.1726	.1837	
		48 Horas	-.1444	.090	.111	-.3226	3.369E-02	
		72 Horas	-.2500	.090	.007	-.4281	-7.1864E-02	
		0.5 Horas	-1.6667E-02	.098	.866	-.2118	.1785	
	24 Horas	2 Horas	-4.1667E-02	.098	.672	-.2368	.1535	
		48 Horas	-1.1111E-02	.090	.902	-.1892	.1670	
		48 Horas	-.1611	.090	.076	-.3392	1.702E-02	
		72 Horas	-.2667	.090	.004	-.4448	-8.8531E-02	
	48 Horas	0.5 Horas	2.500E-02	.098	.800	-.1701	.2201	
		1 Hora	4.167E-02	.098	.672	-.1535	.2368	
		24 Horas	3.056E-02	.090	.734	-.1476	.2087	
		48 Horas	-.1194	.090	.186	-.2976	5.869E-02	
	72 Horas	72 Horas	-.2250	.090	.014	-.4031	-4.6864E-02	
		0.5 Horas	-5.5556E-03	.090	.951	-.1837	.1726	
		1 Hora	1.111E-02	.090	.902	-.1670	.1892	
		2 Horas	-3.0556E-02	.090	.734	-.2087	.1476	
Adulto	Scheffe	24 Horas	48 Horas	-2.2222E-02	.075	.993	-.2375	.1931
			48 Horas	-.1500	.080	.065	-.3093	9.330E-03
			72 Horas	-.2556	.080	.002	-.4149	-9.6226E-02
			0.5 Horas	.1444	.090	.111	-3.3691E-02	.3226
Adulto	Scheffe	24 Horas	1 Hora	.1611	.090	.076	-1.7025E-02	.3392
			2 Horas	.1194	.090	.186	-5.8691E-02	.2976
			24 Horas	.1500	.080	.065	-9.3295E-03	.3093
			72 Horas	-.1056	.080	.191	-.2649	5.377E-02
Adulto	Scheffe	24 Horas	0.5 Horas	.2500	.090	.007	7.186E-02	.4281
			1 Hora	.2667	.090	.004	8.853E-02	.4448
			2 Horas	.2250	.090	.014	4.686E-02	.4031
			24 Horas	.2556	.080	.002	9.623E-02	.4149
Adulto	Scheffe	24 Horas	48 Horas	.1056	.080	.191	-5.3774E-02	.2649

			72 Horas	-.1000	.075	.623	-.3153	.1153
			120 Horas	-.6000	.075	.000	-.8153	-.3847
	48 Horas		24 Horas	2.222E-02	.075	.993	-.1931	.2375
			72 Horas	-7.7778E-02	.075	.784	-.2931	.1375
			120 Horas	-.5778	.075	.000	-.7931	-.3625
	72 Horas		24 Horas	.1000	.075	.623	-.1153	.3153
			48 Horas	7.778E-02	.075	.784	-.1375	.2931
			120 Horas	-.5000	.075	.000	-.7153	-.2847
	120 Horas		24 Horas	.6000	.075	.000	.3847	.8153
			48 Horas	.5778	.075	.000	.3625	.7931
			72 Horas	.5000	.075	.000	.2847	.7153
	LSD	24 Horas	48 Horas	-2.2222E-02	.075	.768	-.1721	.1276
			72 Horas	-.1000	.075	.187	-.2498	4.985E-02
			120 Horas	-.6000	.075	.000	-.7498	-.4502
	48 Horas		24 Horas	2.222E-02	.075	.768	-.1276	.1721
			72 Horas	-7.7778E-02	.075	.304	-.2276	7.207E-02
			120 Horas	-.5778	.075	.000	-.7276	-.4279
	72 Horas		24 Horas	.1000	.075	.187	-4.9847E-02	.2498
			48 Horas	7.778E-02	.075	.304	-7.2069E-02	.2276
			120 Horas	-.5000	.075	.000	-.6498	-.3502
	120 Horas		24 Horas	.6000	.075	.000	.4502	.7498
			48 Horas	.5778	.075	.000	.4279	.7276
			72 Horas	.5000	.075	.000	.3502	.6498

Resultados para el estado larvario del molusco

Tiempo de exposición	0.5 Horas	1 Hora	2 Horas	24 Horas	48 Horas	72 horas
0.5 Horas	-----	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	diferente
1 Hora	Iguales	-----	Iguales	Iguales	Iguales	diferente
2 Horas	Iguales	Iguales	-----	Iguales	Iguales	diferente
24 Horas	Iguales	Iguales	Iguales	-----	Iguales	diferente
48 Horas	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	-----	Iguales
72 horas	diferente	diferente	diferente	diferente	Iguales	-----

Resultados para el estado adulto del molusco

Tiempo de exposición	24 horas	48 horas	72 horas	120 horas
24 horas	-----	iguales	iguales	diferentes
48 horas	iguales	-----	iguales	diferentes
72 horas	iguales	iguales	-----	diferentes
120 horas	diferentes	diferentes	diferentes	-----

Anexo 6

Prueba de muestras independientes o prueba de Levene

		t	df	Sig.	Dif. Promedio	Diferencia Std. Error	95% Confidence Interval of the Difference	
							Lower	Upper
Proporción de Inactivos	Equal variances not assumed	1.020	131.059	.310	4.833E-02	4.738E-02	-4.5402E-02	.1421

Anexo 7

Análisis descriptivo de los tratamientos con los factores concentración y tiempo de exposición, para cada estado del molusco.

Estado		N	Promedio	Std. Deviation	Std. Error	95% Intervalo de confianza para el promedio		Mínimo	Máximo
						Lower Bound	Upper Bound		
Larva	25 ppm - 24 h	3	,1000	,1000	5,774E-02	-,1484	,3484	,00	,20
	25 ppm - 48 h	3	,2000	1,000E-01	5,774E-02	-4,8414E-02	,4484	,10	,30
	25 ppm - 72 h	3	,2667	5,774E-02	3,333E-02	,1232	,4101	,20	,30
	50 ppm - 24 h	3	,1333	,1528	8,819E-02	-,2461	,5128	,00	,30
	50 ppm - 48 h	3	,4000	,1000	5,774E-02	,1516	,6484	,30	,50
	50 ppm - 72 h	3	,6333	,2082	,1202	,1162	1,1504	,40	,80
	100 ppm - 0.5 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
	100 ppm - 1 h	3	,1000	,1000	5,774E-02	-,1484	,3484	,00	,20
	100 ppm - 2 h	3	,1333	5,774E-02	3,333E-02	-1,0088E-02	,2768	,10	,20
	100 ppm - 24 h	3	,4000	,1000	5,774E-02	,1516	,6484	,30	,50
	100 ppm - 48 h	3	,9667	5,774E-02	3,333E-02	,8232	1,1101	,90	1,00
	100 ppm - 72 h	3	1,0000	,0000	,0000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
	250 ppm - 0.5 h	3	,2667	5,774E-02	3,333E-02	,1232	,4101	,20	,30
	250 ppm - 1 h	3	,2000	1,000E-01	5,774E-02	-4,8414E-02	,4484	,10	,30
	250 ppm - 2 h	3	,3000	,1000	5,774E-02	5,159E-02	,5484	,20	,40
	500 ppm - 0.5 h	3	,2667	5,774E-02	3,333E-02	,1232	,4101	,20	,30
	500 ppm - 1h	3	,1667	5,774E-02	3,333E-02	2,324E-02	,3101	,10	,20
	500 ppm - 2 h	3	,2000	1,000E-01	5,774E-02	-4,8414E-02	,4484	,10	,30
	Testigo - 0.5 h	3	6,667E-02	,1155	6,667E-02	-,2202	,3535	,00	,20
	Testigo - 1 h	3	6,667E-02	5,774E-02	3,333E-02	-7,6755E-02	,2101	,00	,10
Testigo - 2 h	3	6,667E-02	,1155	6,667E-02	-,2202	,3535	,00	,20	
Testigo - 24 h	9	7,778E-02	,1093	3,643E-02	-6,2304E-03	,1618	,00	,30	
Testigo - 48 h	9	6,667E-02	7,071E-02	2,357E-02	1,231E-02	,1210	,00	,20	
Testigo - 72 h	9	,1667	,1225	4,082E-02	7,252E-02	,2608	,00	,40	
Total		90	,2289	,2554	2,692E-02	,1754	,2824	,00	1,00
Adulto	25 ppm - 24 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
	25 ppm - 48 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
	25 ppm - 72 h	3	6,667E-02	,1155	6,667E-02	-,2202	,3535	,00	,20
	25 ppm - 120 h	3	,2667	,1155	6,667E-02	-2,0177E-02	,5535	,20	,40
	50 ppm - 24 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00

50 ppm - 48 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
50 ppm - 72 h	3	,1333	,1155	6,667E-02	-,1535	,4202	,00	,20
50 ppm - 120 h	3	,4000	,2000	,1155	-9,6828E-02	,8968	,20	,60
100 ppm - 24 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
100 ppm - 48 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
100 ppm - 72 h	3	6,667E-02	,1155	6,667E-02	-,2202	,3535	,00	,20
100 ppm - 120 h	3	,9333	,1155	6,667E-02	,6465	1,2202	,80	1,00
250 ppm - 24 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
250 ppm - 48 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
250 ppm - 72 horas	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
250 ppm - 120 h	3	1,0000	,0000	,0000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
500 ppm - 24 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
500 ppm - 48 h	3	,1333	,2309	,1333	-,4404	,7070	,00	,40
500 ppm - 72 h	3	,3333	,1155	6,667E-02	4,649E-02	,6202	,20	,40
500 ppm - 120 h	3	1,0000	,0000	,0000	1,0000	1,0000	1,00	1,00
Testigo - 24 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
Testigo - 48 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
Testigo - 72 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
Testigo - 120 h	3	,0000	,0000	,0000	,0000	,0000	,00	,00
Total	72	,1806	,3309	3,899E-02	,1028	,2583	,00	1,00

Anexo 8

ANOVAS Concentración de cloro y tiempo de exposición

Estado	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P > F
Larva	Entre grupos	1,657	5,000	0,331	6,712	0,000
	Dentro de grupos	4,148	84,000	0,049		
	Total	5,805	89,000			
Adulto	Entre grupos	1,063	5,000	0,213	2,091	0,078
	Dentro de grupos	6,710	66,000	0,102		
	Total	7,773	71,000			

ANOVA Concentración Proporción de inactivos

Estado	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	P > F
Larva	Entre grupos	0,952	5,000	0,190	3,295	0,009
	Dentro de grupos	4,853	84,000	0,058		
	Total	5,805	89,000			
Adulto	Entre grupos	4,322	3,000	1,441	28,384	0,000
	Dentro de grupos	3,451	68,000	0,051		
	Total	7,773	71,000			

ANOVA Tiempo Proporción de inactivos

Anexo 9

Resultados del análisis de comparaciones múltiples para cada estado del molusco.

Tabla 1 Estado larvario

Tratamientos	Testigo - 0,5 h	Testigo - 1 h	Testigo - 2 h	Testigo - 24 h	Testigo - 48 h	Testigo - 72 h
25 ppm - 24 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
25 ppm - 48 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Diferentes	Iguales
25 ppm - 72 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Iguales
50 ppm - 24 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
50 ppm - 48 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
50 ppm - 72 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
100 ppm - 0.5 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Diferentes
100 ppm - 1 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
100 ppm - 2 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
100 ppm - 24 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
100 ppm - 48 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
100 ppm - 72 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
250 ppm - 0.5 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Iguales
250 ppm - 1 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Diferentes	Iguales
250 ppm - 2 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
500 ppm - 0.5 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Iguales
500 ppm - 1h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
500 ppm - 2 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Diferentes	Iguales
Testigo - 0,5 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
Testigo - 1 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
Testigo - 2 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
Testigo - 24 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
Testigo - 48 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Diferentes
Testigo - 72 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales	Diferentes	Iguales

Tabla 2 Estado Adulto

Tratamientos	Testigo - 24 h	Testigo - 48 h	Testigo - 72 h	Testigo - 120 h
25 ppm - 24 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
25 ppm - 48 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
25 ppm - 72 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
50 ppm - 24 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
50 ppm - 48 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
50 ppm - 72 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
100 ppm - 24 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
100 ppm - 48 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
100 ppm - 72 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
Testigo - 24 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
Testigo - 48 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
Testigo - 72 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
25 ppm - 120 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
50 ppm - 120 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
100 ppm - 120 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
250 ppm - 24 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
250 ppm - 48 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
250 ppm - 72 horas	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
250 ppm - 120 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
500 ppm - 24 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
500 ppm - 48 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales
500 ppm - 72 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
500 ppm - 120 h	Diferentes	Diferentes	Diferentes	Diferentes
Testigo - 120 h	Iguales	Iguales	Iguales	Iguales

Anexo 10

Tabla de vapor

TABLA B-1. Vapor saturado (continuación)
PRESION ABSOLUTA P

Temp. t, °F	lbf/pulg ²	pulg de Hg (32°F)	VOLUMEN ESPECIFICO			ENTALPIA			ENTROPIA		
			Líquido sat. Vf	Cambio vap. Vfg	Vapor sat. Vg	Líquido sat. Hf	Cambio vap. Hfg	Vapor sat. Hg	Líquido sat. Sf	Cambio vap. Sfg	Vapor sat. Sg
355	143,58	.....	0,01805	3,126	3,144	326,91	866,8	1193,7	0,5094	1,0640	1,5734
360	153,01	.....	0,01811	2,940	2,958	332,19	862,5	1194,7	0,5159	1,0522	1,5681
365	162,93	.....	0,01817	2,768	2,786	337,48	858,2	1195,7	0,5223	1,0406	1,5629
370	173,33	.....	0,01823	2,607	2,625	342,79	853,8	1196,6	0,5286	1,0291	1,5577
375	184,23	.....	0,01830	2,458	2,476	348,11	849,4	1197,5	0,5350	1,0176	1,5526
380	195,70	.....	0,01836	2,318	2,336	353,45	844,9	1198,4	0,5413	1,0062	1,5475
385	207,71	.....	0,01843	2,189	2,207	358,8	840,4	1199,2	0,5476	0,9949	1,5425
390	220,29	.....	0,01850	2,064	2,083	364,17	835,7	1199,9	0,5540	0,9835	1,5375
395	233,47	.....	0,01857	1,9512	1,9698	369,56	831,0	1200,6	0,5602	0,9723	1,5325
400	247,25	.....	0,01864	1,8446	1,8632	374,97	826,2	1201,2	0,5614	0,9610	1,5274
405	261,67	.....	0,01871	1,7445	1,7632	380,4	821,4	1201,8	0,5727	0,9499	1,5226
410	276,72	.....	0,01878	1,6508	1,6696	385,83	816,6	1202,4	0,5789	0,9390	1,5179
415	292,44	.....	0,01886	1,5630	1,5819	391,3	811,7	1203,0	0,5851	0,9280	1,5131
420	308,82	.....	0,01894	1,4806	1,4995	396,78	806,7	1203,5	0,5912	0,9170	1,5082
425	325,91	.....	0,01902	1,4031	1,4221	402,28	801,6	1203,9	0,5974	0,9061	1,5035
430	343,71	.....	0,01910	1,3303	1,3494	407,8	796,5	1204,3	0,6036	0,8953	1,4989
435	362,27	.....	0,01918	1,2617	1,2809	413,35	791,2	1204,6	0,6097	0,8843	1,4940
440	381,59	.....	0,01926	1,1973	1,2166	418,91	785,9	1204,8	0,6159	0,8735	1,4894
445	401,70	.....	0,01934	1,1367	1,156	424,49	780,4	1204,9	0,6220	0,8626	1,4846
450	422,61	.....	0,01943	1,0796	1,099	430,11	774,9	1205,0	0,6281	0,8518	1,4799
455	444,35	.....	0,0195	1,0256	1,0451	435,74	769,3	1205,0	0,6342	0,8410	1,4752
460	466,97	.....	0,0196	0,9745	0,9941	441,42	763,6	1205,0	0,6403	0,8303	1,4706
465	490,43	.....	0,0197	0,9262	0,9459	447,1	757,8	1204,9	0,6463	0,8195	1,4658
470	514,70	.....	0,0198	0,8808	0,9006	452,84	751,9	1204,7	0,6524	0,8088	1,4612
475	539,90	.....	0,0199	0,8379	0,8578	458,59	745,9	1204,5	0,6585	0,7980	1,4565
480	566,12	.....	0,0200	0,7972	0,8172	464,37	739,8	1204,2	0,6646	0,7873	1,4519
485	593,28	.....	0,0201	0,7585	0,7786	470,18	733,6	1203,8	0,6706	0,7766	1,4472
490	621,44	.....	0,0202	0,7219	0,7421	476,01	727,3	1203,3	0,6767	0,7658	1,4425
495	650,59	.....	0,0203	0,6872	0,7075	481,9	720,8	1202,7	0,6827	0,7550	1,4377
500	680,80	.....	0,0204	0,6544	0,6748	487,8	714,2	1202,0	0,6888	0,7442	1,4330
505	712,19	.....	0,0206	0,6230	0,6436	493,8	707,5	1201,3	0,6949	0,7334	1,4283
510	744,55	.....	0,0207	0,5932	0,6139	499,8	700,6	1200,4	0,7009	0,7225	1,4234
515	777,96	.....	0,0208	0,5651	0,5859	505,8	693,6	1199,4	0,7070	0,7116	1,4186
520	812,68	.....	0,0209	0,5382	0,5591	511,9	686,5	1198,4	0,7132	0,7007	1,4139
525	848,37	.....	0,0210	0,5128	0,5338	518	679,2	1197,2	0,7192	0,6898	1,4090
530	885,20	.....	0,0212	0,4885	0,5097	524,2	671,9	1196,1	0,7253	0,6789	1,4042
535	923,45	.....	0,0213	0,4654	0,4867	530,4	664,4	1194,8	0,7314	0,6679	1,3993
540	962,80	.....	0,0214	0,4433	0,4647	536,6	656,7	1193,3	0,7375	0,6569	1,3944
545	1003,6	.....	0,0216	0,4222	0,4438	542	648,9	1191,8	0,7436	0,6459	1,3895
550	1045,6	.....	0,0218	0,4021	0,4239	549,3	640,9	1190,2	0,7498	0,6347	1,3845
555	1088,8	.....	0,0219	0,3830	0,4049	555,7	632,6	1188,3	0,7559	0,6234	1,3793
560	1133,4	.....	0,0221	0,3648	0,3869	562,2	624,1	1186,3	0,7622	0,6120	1,3742
565	1179,3	.....	0,0222	0,3472	0,3694	568,8	615,4	1184,2	0,7684	0,6006	1,3690
570	1226,7	.....	0,0224	0,3304	0,3528	575,4	606,5	1181,9	0,7737	0,5890	1,3627
575	1275,7	.....	0,0226	0,3143	0,3369	582,1	597,4	1179,5	0,7810	0,5774	1,3584

Anexo 11

pH de los cultivos con fango

Cultivo	Fecha recolección fango	Ph	Conductividad eléctrica (<i>uS/cm</i>)	Temperatura
Fango 1	11/12/06	7.1	121	18
Fango 2	11/12/06	7.5	125	18
Fango 3	11/12/06	7.5	120	18
Fango 4	11/12/06	7.3	125	18
Fango 5	11/12/06	7.2	120	18
Fango 6	18/12/06	7.8	132	19
Fango 7	18/12/06	7.7	125	19
Fango 8	18/12/06	7.8	125	19
Fango 9	18/12/06	7.8	128	19
Fango 10	18/12/06	7.6	130	19

Anexo 12

pH medidos de los cultivos inicialmente y en treinta días

Cultivo	pH inicial	pH 30
Cultivo 2.1	7.6	6.6
Cultivo 2.2	7.7	6.4
Cultivo 2.3	7.7	6.7
Cultivo 2.4	7.7	6.5
Cultivo 2.5	7.6	6.5
Cultivo 2.6	7.8	6.8
Cultivo 2.7	7.5	6.3
Cultivo 2.8	7.6	6.2