



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERA EN RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE

TEMA:

“APROVECHAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA ÓSMOSIS INVERSA Y PLAN DE REMEDIACIÓN EN LA PLANTA DE AQUAHER, CANTÓN ROCAFUERTE, MANABÍ, ECUADOR, 2018”

AUTORAS:

JOSELIN SOFÍA BRIONES MUÑOZ
MARIUXI LISBETH LOOR VELEZ

TUTOR:

ING. RUBÉN ALCÍVAR MURILLO

MANTA-MANABÍ-ECUADOR

2018

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Sometida a consideración del honorable tribunal académico de la facultad de ciencias agropecuarias como requisito para obtener el título de:

Ingeniera en Recursos Naturales y Ambiente

LOS SUSCRITOS, DECLARAN QUE HAN

Aprobado la tesis “**APROVECHAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA ÓSMOSIS INVERSA Y PLAN DE REMEDIACIÓN EN LA PLANTA DE AQUAHER, CANTÓN ROCAFUERTE, MANABÍ, ECUADOR, 2018**”, que ha sido sustentada por Joselin Sofía Briones Muñoz y Mariuxi Lisbeth Loor Vélez, de acuerdo al reglamento para la elaboración de tesis de grado de tercer nivel de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí

Ing. Xavier Anchundia Muentes Mg.G.A
Miembro del Tribunal

Ing. Celio Bravo Moreira Mg. G.A
Miembro del Tribunal

Ing. Ángel Pérez Bravo Mg. G.A
Miembro del tribunal

CERTIFICACION

Rubén m. Alcivar Murillo, certifica haber dirigido y revisado el trabajo de titulación, bajo la modalidad de proyecto de investigación, cuyo tema del proyecto es **“APROVECHAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA ÓSMOSIS INVERSA Y PLAN DE REMEDIACIÓN EN LA PLANTA DE AQUAHER, CANTÓN ROCAFUERTE, MANABI, ECUADOR, 2018”**, que ha sido desarrollado por Briones Muñoz Joselin Sofía, Loo Vélez Mariuxi Lisbeth, y reúne los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometido a la evaluación del tribunal de titulación designado por la autoridad competente

Ing. Rubén Alcívar Murillo Mg.

DERECHO DE AUTORIA

Briones Muñoz Joselin Sofía, Loo Vélez Mariuxi Lisbeth, declaran bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Mariuxi Lisbeth Loo Vélez

Joselin Sofía Briones Muñoz

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por ser el Alma Mater que nos abrió sus puertas para el campo del saber y formarnos profesionalmente.

A la Facultad de Ciencias Agropecuaria por aceptarnos en su aula del saber en la carrera de Ingeniería en Recursos Naturales y Ambiente, por brindarnos sus conocimientos.

A nuestro tutor el Ing. Rubén Alcivar Murillo Mg. por apoyarnos, orientarnos y corregir nuestro trabajo de titulación y es un privilegio poder contar con su guía y ayuda.

Al Ing. Heberth Vera D. por apoyándonos y orientando en nuestro trabajo de titulación, abriéndonos las puertas para culminar el trabajo de titulación y a todos los docentes que estuvieron dando su cátedra en todas las materias, incentivándonos a seguir adelante.

Y de manera muy especial al Ing. Oswaldo Pulla, Gerente administrativo de la Procesadora Aqua Heredia AQUAHER S.A, al Sr. Sergio Cedeño, Técnico de Calidad de la empresa y a los demás técnicos de la planta por la apertura brindada para que esta investigación se ejecute con éxito, a todos ellos mil gracias.

De igual forma agradecemos a nuestra amiga Sofía Zambrano García por la ayuda y el conocimiento compartido durante la ejecución de esta tesis.

A nuestras familias que siempre nos apoyaron para obtener nuestro título profesional hasta lograr el objetivo.

Las Autoras

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida y permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

A mi mami la **Lcda. Annabel Muñoz Alcívar** por demostrarme su amor incondicional, comprensión, confianza en cada momento de mi vida, apoyándome en todo, corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos, sentó en mí la base de responsabilidad, dándome el ejemplo de llegar a tener un título profesional.

A mi papi **Bogar Briones Román** por demostrarme el amor incondicional, por su trabajo y sacrificio de todos estos años, enseñándome a luchar en la vida y por sus consejos he llegado a lograr este sueño, haciendo de mí una mejor persona.

A mi hermana **Lcda. Andrea Briones Muñoz**, que siempre me apoya a seguir adelante y creíste en mí, siendo una hermana y amiga incondicional.

A mi hermano **Andrés Briones Muñoz** por ser mi complemento de mi vida, por su compañía en los momentos cruciales de la vida y por mostrarme lo bueno que es tener un hermano, compartiendo cosas con él.

A mis abuelitos que los quiero mucho por darme siempre su confianza, por ser mis segundos padres, se preocupan por mí siempre, me apoyan en todo y están ahí siempre en todo mi trayecto de mi vida, me han demostrado su amor, corrigiéndome mis faltas y celebrando mis triunfos.

A mi compañera de tesis, **Mariuxi Loor V.**, que más de ser una compañera fue el complemento que necesitaba a lo largo de esta tesis; gracias por tu paciencia y tu tiempo dedicado sin ti no hubiera culminado

A toda mi familia, catedráticos, amigos y en especial para una persona muy importante en mi vida, que estuvieron en esto 5 años apoyándome y compartiendo sus alegrías y tristeza logrando que este sueño se haga realidad hasta cumplir mi objetivo.

“Lo más maravilloso de la vida, no es lo que tenemos, sino a quien tenemos para afrontar las adversidades”

Joselin Sofía Briones Muñoz

DEDICATORIA

El presente trabajo es el fruto del esfuerzo cosechado, la semilla de la enseñanza y perseverancia, fruto del cual me siento orgullosa como los están los seres importantes en mi vida a quien con mucho amor se los dedico

A Dios por permitirme tener vida, salud y poder realizar unos de mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis padres dos pilares fundamentales en mi vida **Rene Loor y Ruth Vélez**, quienes a la largo de mi vida han velado por mi bienestar, educación siendo mi apoyo en todo momento, personas luchadoras que se han sacrificado desde los primeros años de mi vida para hacer de mí una mejor persona.

A mis hermanos **Eli, Yisela, Jorge** y a mi sobrino **Jorgito** que con satisfacción me brindaron cariño y siempre apoyándome con sus sabios consejos siendo mí soporte en todo momento.

A mis abuelitos (+) que desde el cielo derraman bendiciones y me guían en cada paso que doy.

Agradezco a todos mis familiares, gracias por estar siempre pendiente de mí

A mi compañera de tesis **Joselin Briones M.**, por su confianza, apoyo, por haber formado un equipo de trabajo para lograr esta meta porque además de ser mi compañera de tesis es una gran amiga que siempre estuvo conmigo en todo momento.

A mis verdaderos amigos por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, y sus consejos que siempre me brindaron respaldo y confianza en la Carrera Universitaria.

“Esfuerzo, dedicación, sacrificio y persistencia son los aliados en la lucha para llegar a la meta“

Mariuxi Lisbeth Loor Vélez

INDICE GENERAL

CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	ii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iii
DERECHO DE AUTORÍA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DEDICATORIAS	vi
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xiii
ÍNDICE DE CUADROS	xiv
Resumen Ejecutivo	xv
Summary	xvi
CAPÍTULO I	
1.Antecedentes	1
1.1.Planteamiento y formulación del problema	1
1.2.Contextualización	2
1.3.Analisis Critico	3
1.4.Delimitacion del problema	3
1.5.Justificación	4
1.6.Objetivos	5
1.6.1.Objetivo General	5
1.6.1.Objetivo Especifico	5
1.7.Hipotesis	5
CAPÍTULO II	
2.Marco Teórico	6
2.1.Aspectos Generales del efluente	6
2.1.1.Defincion del efluente	6
2.1.2.Caracterizacion de los efluentes.....	6
2.1.3.Importancia de tratamiento de los efluentes.	6
2.1.4.Criterios Generales para la descarga de Efluentes.....	7

2.1.5. Normas Generales para descarga de efluente a cuerpo de agua dulce.	9
2.1.5.1. Delitos contra los recursos naturales.....	12
2.2. Planta de Ósmosis Inversa.	12
2.2.1. Generalidades	12
2.2.1.1. Pre Tratamiento.....	12
2.2.1.2. Pos Tratamiento.....	13
2.2.2. Sistema de membrana	13
2.2.3. Tipos de membrana según su rendimiento.....	15
2.2.3.1. Membrana de Rechazo estándar.....	15
2.2.3.2. Membrana de Alto Rechazo	15
2.2.3.3. Membrana de Alta Productividad.....	15
2.2.3.4. Membrana de Alta Presión.....	15
2.3. Efluente de la Ósmosis Inversa	16
2.3.1. Defincion	16
2.3.2. Propiedades físicas y química	16
2.3.3. Estimacion de efecto sobre el agua de Río	16
2.4. Aprovechamiento del Efluente de la Ósmosis Inversa	16
2.4.1. Cria de Peces	16
2.4.2. Construcción de un abrevadero.....	17
2.4.3. Reutilizacion como agua de saneamiento y limpieza de depositos...	18
2.4.4. Extraccion de sales por el método “Sal proc”.	18
2.4.5. Cultivo de ciclo corto con fitorremediación	19
2.5. Cultivo de Sandia	19
2.5.1. Generalidades	19
2.5.2. Caracteristica Botánica y Taxonómica	20
2.5.3. Variedades de Sandia	21
2.5.3.1. Charleston Gray.....	21
2.5.3.2. Criolla.....	21
2.5.4. Requerimiento de Clima	21
2.5.5. Plagas de cultivo	22
2.5.5.1. Araña Roja.....	22

2.5.5.2. Vacanita.....	22
2.5.3.3. Nematodos.....	23
2.5.3.4. Gusano del Suelo.....	23
2.5.3.5. Mayates.....	23
2.5.3.6. Caracoles y Babosas.....	23
2.5.6. Enfermedades	23
2.5.6.1. Mildiu.....	23
2.5.6.2. Fusariosis.....	24
2.5.6.3. Antracnosis.....	24
2.5.6.4. Verticillum.....	24
2.5.6.5. Podredumbres.....	24
2.5.6.6. Virosis	25
2.5.6.7. Cosecha.....	25
2.5.7. Cosecha	25
2.5.8. Riego por Goteo	26
2.6. Plan de Remediación	26
2.6.1. Estructura del Plan de Remediación	26

CAPÍTULO III

3. Metodología	28
3.1. Ubicación	28
3.2. Característica meteorológica	28
3.2.1. Del clima	28
3.2.2. Del Suelo	28
3.3. Variables en estudio	28
3.4. Tratamiento	29
3.5. Procedimiento	29
3.5.1. Diseño experimental	29
3.5.2. Característica de las unidades experimentales	29
3.6. Análisis Estadístico	30

3.7. Datos a registrar y métodos de evaluación	30
3.7.1. Datos Primario.....	30
3.7.2. Datos a analizar estadísticamente.....	30
3.7.3. Manejo del experimento	31
3.8. Aspecto a considerar en remediación	31
3.9. Procedimiento del ensayo fitorremediación	31
CAPÍTULO IV	
4. Resultados y Discusión	34
4.1. Resultados del análisis de Fitotoxicidad	34
4.1.1. Fitotoxicidad en las hojas	34
4.1.2. Resultados de análisis estadístico de la fitotoxicidad en las hojas ...	37
4.1.3. Resultados del ensayo del análisis de la fitorremediación .	40
4.1.4. Porcentaje de Germinación	48
4.1.5. Supervivencia de Plántulas posterior al trasplantes.....	48
4.1.6. Días de Floración	49
4.1.7. Numero de Frutos por tratamientos	50
4.1.8. Peso Individual de Frutos	51
4.1.9. Rendimiento por Variedad	52
4.1.10. Residuo de cobre en la sandía	52
CAPÍTULO V	
5. Conclusiones y Recomendaciones	53
5.1. Conclusiones	53
5.2. Recomendaciones	54
CAPÍTULO VI	
6. Bibliografías	55
CAPÍTULO VII	
7. Plan de remediación	57
7.1. Elaboración del Programa de remediación	57
7.1.1. Antecedentes	57

7.1.2. Objetivos	58
7.1.3..Metologias Utilizadas	58
7.1.4. Procedimientos.....	58
7.1.5. Conclusiones	62
7.1.6. Recomendaciones	62

Anexos

Índice de Gráficos

Gráfico 1.-Posicionamiento de las especies en los recipientes	32
Gráfico 2.-Nivel de Fitotoxicidad en los tratamientos.....	39
Gráfico 3.-Conductividad Presente en los tratamientos	41
Gráfico 4.-Porcentaje de remoción del cobre en las diferentes plantas acuáticas aplicadas	43
Gráfico 5.-Sólidos Totales presente en los tratamientos	44
Gráfico 6.-pH presente en los tratamientos	45
Gráfico 7.-Porcentaje de remoción de Hierro en las diferentes plantas acuáticas aplicada	46
Gráfico 8.-Porcentaje de remoción del sulfato en las diferentes plantas acuáticas aplicadas.....	47
Gráfico 9.-Supervivencia de plántula por variedad	48
Gráfico 10.-Floracion por tratamiento.....	50
Gráfico 11.-Número de sandía recolectada	51
Gráfico 12.-Peso individual de Frutos	52
Gráfico 13.-Rendimiento por variedad	53
Gráfico 14.-Residuo de cobre en la sandía	54

Índice de Cuadros

Cuadro 1 .-La combinación de los factores o variables en estudio	29
Cuadro 2.-Tabla de Fitotoxicidad en las hojas	34
Cuadro 3.-Evaluacion de la Fitotoxicidad en las hojas	35
Cuadro .4-Analisis de tratamientos de la fitotoxicidad en las hojas	37
Cuadro .5-Conductividad	42
Cuadro .6-Remoción de Cobre	43
Cuadro .7- Solidos Totales	43
Cuadro .8- pH	44
Cuadro .9- Porcentaje de remoción de Hierro	45
Cuadro .10- Porcentaje de remoción de Sulfato.....	46
Cuadro .11-Germinación de las plántulas	48
Cuadro .12-Dias a la floración	49

RESUMEN

El aprovechamiento de los efluentes nos da la oportunidad de crear un nuevo ciclo, en tal forma que se logre evitar la contaminación en el cuerpo de agua, ya que es obligación de las empresas generar un sinnúmero de técnicas que permitan cumplir con los estándares establecidos. Los objetivos de la presente investigación fueron el de determinar la incidencia del efluente de la ósmosis inversa en el cultivo de sandía y plan de remediación en la Planta AQUAHER y por ello se ejecutó un ensayo de, análisis del nivel de fitotoxicidad en las hojas, nivel de toxicidad en el fruto y plan de remediación, a continuación se enfoca la metodología aplicada en esta investigación se basó en el enfoque experimental-propositivo, se utilizó el diseño experimental completamente al azar más dos testigo con cuyos datos muestreado se logró comprobar el alcance del objetivo formulado de fitotoxicidad en las hojas y se efectuó el análisis de varianza, la prueba DMS al 5 %, el área de la unidad experimental fueron 2,20 *1 m, cada unidad experimental tuvo 3 plantas y se escogió un fruto para medir el nivel toxicidad en el fruto. El ensayo de fitorremediación fue desarrollado en condiciones óptimas y se utilizó tres tratamientos con 4 repeticiones y un testigo. Se concluyó que la que la planta *Lemna minor* es eficiente para remover dicho elemento del agua, Existió tres rasgos de diferenciación donde, el tratamiento 4 presentó mayor fitotoxicidad en las hojas, seguido del tratamiento 3; lo cual demostró que los tratamientos con efluente fitorremediada presentaron niveles más bajos, no presentaron niveles toxicidad de cobre el fruto de sandía. La propuesta investigativa permite mitigar el problema ambiental generado para su aplicación dentro de la empresa.

DESCRIPTORES: Efluente de la ósmosis inversa, aprovechamiento, sandía, plan de remediación.

SUMMARY

The use of effluents gives us the opportunity to create a new cycle, in such a way that pollution in the body of water is avoided, since it is the obligation of the companies to generate countless techniques that allow compliance with established standards. The objectives of the present investigation were to determine the incidence of the reverse osmosis effluent in the watermelon crop and remediation plan in the AQUAHER Plant and therefore a test was carried out, analysis of the level of phytotoxicity in the leaves, level of toxicity in the fruit and remediation plan, then the methodology applied in this research is based on the experimental-proactive approach, the experimental design was used completely at random plus two witnesses with whose sampled data it was possible to verify the scope of the objective phytotoxicity formulated in the leaves and analysis of variance was performed, the DMS test at 5%, the experimental unit area were 2.20 * 1 m, each experimental unit had 3 plants and a fruit was chosen to measure the toxicity level in the fruit. The phytoremediation test was developed under optimal conditions and three treatments with 4 repetitions and one control were used. It was concluded that the Lemna minor plant is efficient to remove said element from the water. There were three differentiation features where, treatment 4 presented greater phytotoxicity in the leaves, followed by treatment 3; which showed that the treatments with phytoremediated effluent presented lower levels, did not present levels toxicity of copper the fruit of watermelon. The research proposal allows to mitigate the environmental problem generated for its application within the company.

DESCRIPTORS: Effluent of reverse osmosis, use, watermelon, remediation plan.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

1. 1. Planteamiento y Formulación del problema

Debido que el agua residual producto del proceso de purificación por ósmosis inversa contiene valores variables pero relativamente alto de cobre es necesario implementar un sistema de fitorremediación en fin de evitar los efectos a la fauna y flora sobretodo porque genera proceso de bioacumulación.

Para la remediación de este impacto en esta investigación se va a usar tecnología de fitorremediación para la posterior reutilización del efluente en cultivos de ciclo corto. Su costo es relativamente bajo a comparación de otro sistema de reincorporación del efluente de la ósmosis inversa y el tiempo que implica para su proceso también disminuye considerablemente.

Utilizamos semillas de sandía criolla y sandía Charleston Gray adquirida en los centros agrícolas, mediante el sistema de riego por goteo de acuerdo a los tratamientos respectivos con concentraciones del efluente de ósmosis inversa al 100 % y agua fitorremediada.

El efluente de ósmosis inversa presenta grandes cantidades de sales que perjudica la zona que fluye, afectando el ecosistema. Esto significa que se va acumulando en el suelo y en los órganos diana de los peces, lo que tiene como resultado la bioacumulación en los niveles tróficos.

El cobre es el principal componente del efluente de ósmosis Inversa, el que no se degrada, al permanecer con menor cantidad de agua, la concentración aumenta progresivamente.

Esta investigación se enfoca en la fitotoxicidad de las hojas y la presencia de cobre en el fruto, para efectuar una comparación de resultados que permitan establecer nuevos uso al efluente de ósmosis inversa en la planta AQUAHER (PROCESADORA AQUA HEREDIA AQUAHER S.A).

Se llevó a cabo ensayo de fitorremediación para obtener buenos resultados experimentales y tener valores constantes para la estabilización de sales en el proceso de aplicación de esta tecnología amigable con el ambiente.

1.2. Contextualización

La investigación propuesta se basó en utilizar el efluente a un determinado número de sandías, para lo cual escogimos una cantidad de 6 plántulas para cada tipo de agua, basándonos en parámetros específicos que existen para un proceso óptimo de riego.

Un día después de riego, se observó los niveles de fitotoxicidad en las hojas que fueron verificadas en una escala arbitraria de 0-20,21-50,51-75, y 76-100 por cada tipo de sandía y agua utilizada, es decir para el efluente al 100 % tuvimos un total de 6 muestra y del mismo modo para la fitorremediación. Se tomaron 3 testigo por cada tipo de sandía y se riego con agua del canal.

Con los resultados obtenidos de la observación de la fitotoxicidad analizada, utilizando el método experimental se pudo evidenciar los efectos del efluente y los beneficios de la fitorremediación que permitió diseñar un plan de remediación eficaz para el efluente de ósmosis inversa en la Planta AQUAHER.

1.3. Análisis Crítico

El aspecto principal que aborda el proyecto consiste en brindar una alternativa para la reutilización del efluente de ósmosis inversa, planteando explicar esta medida para contribuir a la restauración de la zona afectada. Considerando que contiene cobre este efluente en cantidades fuera de los límites permisibles de descarga en a cuerpo de agua dulce.

En ese sentido, esta investigación plantea la aplicación de un tratamiento de remediación del efluente, para reducir el cobre así como el grado de contaminación que genera la potabilización de agua por el método de ósmosis inversa.

Esta tesis se propone el estudio de la remediación ambiental de los denominados efluentes de ósmosis inversa, cuyo vertimiento afecta a las características físicas y químicas del agua en donde se vierte el efluente en la Planta AQUAHER.

1.4. Delimitación del problema

Debido a la gran utilidad que tiene el agua para los procesos industriales, el consumo humano y la vez la gran cantidad de efluente que se genera por su procesamiento es importante realizar una medida de remediación que contribuya a la absorción del cobre y reduzca los impactos al ecosistema, la cual fue elaborada por los suscritos y ejecutada por la empresa Aqua Heredia AQUAHER S.A, ubicada en el sitio Buenos Aires del cantón Rocafuerte, provincia de Manabí.

1.5. Justificación

La reutilización del efluente de ósmosis inversa para el cultivo de sandía, puede ser de gran ayuda, controlando la pérdida descontrolada de agua en el caudal cercano, afectando a determinadas especies acuáticas así como cultivo, que puede causar mortalidad masiva traducible en importantes pérdidas económicas.

Por lo cual el estudio del aprovechamiento del agua de rechazo en la planta AQUARHER va a permitir examinar el rendimiento del agua en el cultivo evidenciado su confiabilidad basada con la evaluación del tratamiento y posterior uso en riego.

Las investigaciones de la remediación del efluente, son importante desde diferentes puntos de vista, principalmente la relación entre el costo de remediar y aprovechamiento del mismo. Las consecuencias de esta interacción permitieron conocer las utilidades presentes en los tratamientos experimentados.

El plan de remediación del efluente de ósmosis inversa en el cauce contribuye a la mitigación de problemas de polución y cumplir con las medidas requeridas estandarizada por el ministerio de ambiente.

Para esta investigación existió la factibilidad y los recursos pertinentes para desarrollarla, debido a que se cuenta con la colaboración de quienes dirigen la institución y de quienes están a cargo de la empresa AQUAHER, como lo son gerente general y técnicos respectivamente, quienes dieron todas las facilidades para cumplir con todo el proceso investigativo, además de la asesoría de profesionales de la ULEAM, para lograr un trabajo eficiente

El beneficio para la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí es mediante el aporte científico que se ha obtenido en este trabajo de investigación en el tema de aprovechar los recursos naturales en lo cual está plasmado en este estudio desarrollado.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Determinación de la eficacia del efluente de la ósmosis inversa, en el cultivo de sandía y un plan de remediación en la planta de AQUAHER en el cantón Rocafuerte, Manabí, Ecuador ,2018

1.6.2. Objetivo Especifico

- Ejecutar ensayos de fitorremediación con el efluente para obtener la relación exacta en el aprovechamiento de uso agrícola.
- Analizar el nivel de fitotoxicidad en las hojas con escala arbitraria en el cultivo de sandía.
- Evaluar el nivel de toxicidad en la sandía.
- Elaborar un plan de remediación.

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis Nula

H₀: El aprovechamiento del efluente de ósmosis inversa en el cultivo de sandía no es idóneo ni como práctica de biorremediación alternativa.

1.7.2. Hipótesis Positiva

H₁: El aprovechamiento del efluente de ósmosis inversa es posible para el cultivo de sandía y como práctica de biorremediación.

CAPITULO II. MARCO TEORICO

2.1. ASPECTOS GENERALES DEL EFLUENTE

2.1.1. Definición del efluente

Indica Spinelli (2010), Término empleado para nombrar a las aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que son emitidos por viviendas y/o industrias, generalmente a los cursos de agua; o que se incorporan a estas por el escurrimiento de terrenos causado por las lluvias.

Los productos tóxicos presentes en los efluentes son muy variados, tanto en tipo como en cantidad, y su composición depende de la clase de efluente que los genera. Los desechos que contienen los efluentes pueden ser de naturaleza química y/o biológica. (Spinelli, 2010)

2.1.2. Caracterización de los efluentes

Los efluentes deben ser caracterizados de acuerdo a sus principales parámetros, entre los cuales se distinguen: DBO, DQO, Sólidos suspendidos, Grasas y aceites, Metales pesados, Temperatura, pH. (Robledo, 2013)

2.1.3. Importancia de tratamiento de los efluentes

El motivo principal de tratar las aguas residuales es defender la salud pública y el medio ambiente. Si las aguas residuales no son tratadas y se vierten directamente a ríos, lagos o mares, es bastante probable introducir elementos de contaminación que acaben produciendo importantes daños ecológicos en el entorno ambiental y enfermedades de salud pública (causadas por virus y bacterias) en las personas y comunidades que entren en contacto con esas aguas contaminadas. (Robledo, 2013a)

2.1.4. Criterios generales para la descarga de efluentes

Como los establece Robledo (2013) indica los principios básicos que son:

1. Los laboratorios que realicen los análisis de muestras agua de efluentes o cuerpos receptores deberán estar acreditados por la OAE.
2. De acuerdo con su caracterización toda descarga puntual al sistema de alcantarillado y toda descarga puntual o no puntual a un cuerpo receptor, deberá cumplir con las disposiciones de esta Norma. La Autoridad Ambiental Nacional establece en la TABLA 12 la guía técnica de los parámetros mínimos de descarga a analizarse o monitorearse, que deberá cumplir todo sujeto de control.
3. Los sedimentos, lodos de tratamiento de aguas residuales y otras tales como residuos del área de la construcción, cenizas, cachaza, bagazo, o cualquier tipo de desecho doméstico o industrial, no deberán disponerse en aguas superficiales, subterráneas, marinas, de estuario, sistemas de alcantarillado y cauces de agua estacionales secos o no, y para su disposición deberá cumplirse con las normas legales referentes a los desechos sólidos peligrosos o no peligrosos, de acuerdo a su composición.
4. Las municipalidades de acuerdo a sus estándares de Calidad Ambiental deberán adaptar sus ordenanzas, considerando los criterios de calidad establecidos para el uso o los usos asignados a las aguas, en sujeción a lo establecido en la presente norma.
5. Para efectos del control de la contaminación del agua por la aplicación de agroquímicos en áreas no anegadas, se establece lo siguiente:

- a) Se prohíbe la aplicación manual de agroquímicos dentro de una franja de cincuenta (50) metros, y la aplicación aérea de los mismos, dentro de una franja de cien (100) metros, medidas en ambos casos desde las orillas de todo cuerpo de agua,
- b) La aplicación de agroquímicos en cultivos que requieran áreas anegadas artificialmente, requerirá la autorización del Ministerio del Ambiente, para lo cual se requiere el informe previo del Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- c) Además de las disposiciones contenidas en la presente Norma, se deberá cumplir las demás de carácter legal y reglamentario sobre el tema.

- 6. Se prohíbe la utilización de cualquier tipo de agua, con el propósito de diluir los efluentes líquidos no tratados.
- 7. Se prohíbe toda descarga de residuos líquidos a las vías públicas, canales de riego y drenaje o sistemas de recolección de aguas lluvias y aguas subterráneas.
- 8. Se prohíbe la infiltración al suelo, de efluentes industriales tratados y no tratados, sin permiso de la Entidad Ambiental de Control.

Se prohíbe todo tipo de descarga en:

- a) Las cabeceras de las fuentes de agua.
 - b) Aguas arriba de la captación para agua potable de empresas o juntas administradoras de agua potable rural.
- 9. Se prohíbe verter desechos sólidos, tales como: basuras, animales muertos, mobiliario, entre otros, y líquidos contaminados hacia cualquier cuerpo de agua y cauce de aguas estacionales secas o no.
 - 10. Se prohíbe el lavado de vehículos en los cuerpos de agua, así como dentro de una franja de cien (100) metros medidos desde las orillas de todo cuerpo de agua, de vehículos de transporte terrestre y aeronaves de

fumigación, así como el de aplicadores manuales y aéreos de agroquímicos y otras sustancias tóxicas y sus envases, recipientes o empaques. Las descargas que se produzcan fuera de esta franja deberán cumplir con las normas correspondientes.

2.1.5. Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce

De acuerdo a lo estipulado en el TULSMA son la siguiente:

1. Dentro del límite de actuación, los municipios tendrán la facultad de definir las cargas máximas permisibles a los cuerpos receptores de los sujetos de control, como resultado del balance de masas para cumplir con los criterios de calidad para defensa de los usos asignados en condiciones de caudal crítico y cargas contaminantes futuras. Estas cargas máximas serán aprobadas y validadas por la Autoridad Ambiental Nacional y estarán consignadas en los permisos de descarga.

Si el sujeto de control es un municipio, este podrá proponer las cargas máximas permisibles para sus descargas, las cuales deben estar justificadas técnicamente; y serán revisadas y aprobadas por la Autoridad Ambiental Competente.

2. La determinación de la carga máxima permisible para una descarga determinada se efectúa mediante la siguiente relación desarrollada a través de un balance de masa , en el punto de descarga, en cualquier sistema consistente de unidades: $Q_e \cdot C_e = (Q_e + Q_r) C_c - Q_r C_r$

Donde:

C_e = concentración media diaria (del contaminante) máxima permitida en la descarga (o efluente tratado), para mantener el objetivo de calidad en el tramo aguas abajo de la descarga, en condiciones futuras.

C_c = concentración media diaria igual al criterio de calidad para el uso asignado en el tramo aguas abajo de la descarga.

Cr = concentración del contaminante en el tramo aguas arriba de la descarga, cuyo valor debe ser menor que la concentración que el criterio de calidad

Cc. Qr = caudal crítico de cuerpo receptor, generalmente correspondiente a un período de recurrencia de 10 años y siete días consecutivos o caudal con una garantía del 85%, antes de la descarga o caudal ambiental.

Qe = Caudal de la descarga en condiciones futuras (generalmente se considera de 25 años, período que es el utilizado en el diseño de las obras de descontaminación).

3. Ante la inaplicabilidad para un caso específico de algún parámetro establecido en la presente norma o ante la ausencia de un parámetro relevante para la descarga bajo estudio, la Autoridad Ambiental Nacional deberá establecer los criterios de calidad en el cuerpo receptor para los caudales mínimos y cargas contaminantes futuras. La carga máxima permisible que deberá cumplir el sujeto de control será determinada mediante balance de masa del parámetro en consideración. La Entidad Ambiental de Control determinará el método para el muestreo del cuerpo receptor en el área de afectación de la descarga, esto incluye el tiempo y el espacio para la realización de la toma de muestras.
4. Para el caso en el cual el criterio de calidad es la concentración de bacterias, la correspondiente modelación bacteriana es de carácter obligatorio, como parte de un Plan Maestro de Control de la Contaminación del Agua.
5. En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno.
6. En condiciones especiales de ausencia de estudios del cuerpo receptor, falta de definición de usos del agua (como es el caso de pequeñas municipalidades que no pueden afrontar el costo de estudios), se utilizarán los valores de la TABLA de limitaciones a las descargas a cuerpos de agua dulce, en forma temporal, con el aval de la Autoridad

Ambiental Competente. Las concentraciones corresponden a valores medios diarios.

7. Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con las normas fijadas considerando el criterio de calidad de acuerdo al uso del cuerpo receptor.
8. Las aguas provenientes de la explotación petrolífera y de gas natural, podrán ser reinyectadas de acuerdo a lo establecido en las leyes, reglamentos y normas específicas, que se encuentren en vigencia, para el sector hidrocarburífero.
9. Cuando los regulados, aún cumpliendo con las normas de descarga, produzcan concentraciones en el cuerpo receptor, que excedan los criterios de calidad para el uso o los usos asignados al agua, la Autoridad Ambiental Competente podrá exigirles valores más restrictivos en la descarga, previo a la evaluación técnica realizada por la Autoridad Ambiental Competente para justificar esta decisión.
10. Las aguas residuales que no cumplan, con los parámetros de descarga establecidos en esta Norma, deberán ser tratadas adecuadamente, sea cual fuere su origen: público o privado. Los sistemas de tratamiento deben contar con un plan de contingencias frente a cualquier situación que afecte su eficiencia.
11. Se prohíbe la descarga de residuos líquidos sin tratar hacia los cuerpos receptores, canales de conducción de agua a embalses, canales de riego o canales de drenaje pluvial, provenientes del lavado y/o mantenimiento de vehículos aéreos y terrestres, así como el de aplicadores manuales y aéreos, recipientes, empaques y envases que contengan o hayan contenido agroquímicos u otras sustancias tóxicas

2.1.5.1. Delitos contra los recursos naturales

Artículo 251 Delitos contra el agua.- La persona que contraviniendo la normativa vigente, contamine, desee o altere los cuerpos de agua, vertientes, fuentes, caudales ecológicos, aguas naturales afloradas o subterráneas de las cuencas hidrográficas y en general los recursos hidrobiológicos o realice descargas en el mar provocando daños graves, será sancionada con una pena privativa de libertad de tres a cinco años. Se impondrá el máximo de la pena si la infracción es perpetrada en un espacio del Sistema Nacional de Áreas Protegidas o si la infracción es perpetrada con ánimo de lucro o con métodos, instrumentos o medios que resulten en daños extensos y permanentes.(C.O.I.P.2014)

2.2. Planta de ósmosis inversa

2.2.1. Generalidades

Las plantas de ósmosis inversas se componen principalmente de: pre-tratamiento, unidad de ósmosis inversa y post-tratamiento.

2.2.1.1. Pre Tratamiento

Indica Chingo (2015), Fue diseñado para mejorar la calidad del agua cruda, para la eliminación de los materiales no deseados en el agua de alimentación. El pre-tratamiento incluye:

- Dosificación de 6 – 9 ppm de hipoclorito de sodio con el fin de controlar la bioincrustación de la membrana.
- La inyección de ácido sulfúrico para regular el pH del agua, sobre 62 ppm de Metabisulfit de Sodio para neutralizar el cloro activo residual.
- La inyección de un inhibidor de escala comercial (anti incrustante) con el fin de dosificación de 9 ppm con el fin de atenuar el riesgo de precipitación de sal.

- El agua se somete a una filtración de arena, para eliminar las partículas sólidas y proteger la membrana de ósmosis inversa de alguna ruptura.

2.2.1.2. Pos Tratamiento

El pos tratamiento aplicado en el proceso de desalación se ocupa principalmente para eliminar componentes no deseados en el agua producto, así como para también agregar compuestos necesarios (Piña , 2010)

- Esta etapa consiste en la mineralización de todo lo necesario para que el agua tratada se convierta en agua potable. Aunque en la actualidad esta etapa está quedando inexistente, debido a que, en la unidad de ósmosis inversa se regula la calidad de agua que uno desea. Una planta desalinizadora la conforman primordialmente, el equipo de bombeo y las membranas de ósmosis inversa. El equipo de bombeo representa cerca del 40% del costo total de la planta, debido a que una bomba para esta aplicación podría alcanzar un valor de \$2.500, que poseen una potencia nominal igual a 745 W (1hp) y una velocidad nominal de 1750 revoluciones por minuto (rpm) (Chingo ,2015a)

2.2.2. Sistema de Membrana

El en proceso de ósmosis inversa generalmente se utilizan membranas de polimérico que está limitada por el equilibrio entre el flujo de agua y la selectividad. Por lo cual se necesitan membranas con mayor flujo de agua, mejora al rechazo de sal y resistente al ensuciamiento, con el fin de reducir el capital y sobre todo los costes de energía. Tras el desarrollo de membranas de poliméricos, el diseño compuesto de membranas con películas finas fue un avance significativo en la tecnología de membrana. (Chingo ,2015b)

Las membranas de películas finas se componen de una capa activa de poliamida superior, fabricado mediante polimerización interfacial de m-fenilendiana en una solución acuosa de cloruros y de trimesoilo en una solución orgánica, una

polisulfona media porosa de ultrafiltración, y una base de tela no tejida. Este tipo de membranas son utilizadas ampliamente para desalinizar aguas comerciales. (Chingo ,2015c)

El polisulfonado presenta buenas propiedades de formación de película y excelente estabilidad química. Además, tienen una gran resistencia al cloro, demostrada por el hecho de que su permeabilidad al agua y rechazo a la sal no se vio afectado incluso después de la exposición continua a una solución de cloro. Las membranas de tecnología nano compuestas han llevado al desarrollo de diversos nano-materiales, como nano partículas de zeolita, sílice y óxido de metal. Muchos estudios han demostrado que las membranas nano compuestas pueden mejorar el rendimiento en permeabilidad, la selectividad y la durabilidad en comparación con la de una membrana de poliamida. (Chingo ,2015d)

Las membranas de poliamida tienen 99% de rechazo de sal con un intervalo de pH recomendado de 1.5 a 12, y la presión máxima de 64 bares y una temperatura de 80°C. Para la limpieza de esta membrana se utiliza ácido nítrico (0.2%) en agua destilada a una temperatura de 40°C. La membrana se debe lavar dos veces con agua destilada, durante 20 minutos cada vez para eliminar los residuos químicos. Esto se realiza para comparar que el flujo de agua destilada es comparable con el flujo de agua de la membrana limpia destilada. (Chingo ,2015e)

Unas nuevas técnicas están implementado el polietileno de alta densidad de grado TR- 401 hexeno reforzado por nano partículas, que se utilizan para la fabricación de tuberías y recipientes membranas para las plantas de ósmosis inversa. Aunque poseen una baja rigidez y resistencia en comparación con los metales, donde su módulo de elasticidad y su fuerza es cien veces menos que los metales, es por eso que las propiedades son modificadas por fusión se mezclan con partículas y fibras así como la mezcla con otros polímeros, de esta forma aumentan las propiedades mecánicas, térmicas y fisicoquímicas en comparación con los compuestos de polietileno convencional. (Chingo ,2015f)

2.2.3. Tipos de Membrana según su rendimiento

Según la forma básica de los módulos de las membranas estos pueden ser: Placa y marco, Tubular, Espiral y Fibra fina hueca. Y según su rendimiento se dividen en: Rechazo estándar, Alto Rechazo, Alta Productividad y Alta Presión. A continuación se detalla cada uno. (Chingo ,2015g)

2.2.3.1. Membrana de Rechazo Estandar

Están diseñadas para remover el 99.6% de las sales de la fuente de abastecimiento. (Chingo ,2015h)

2.2.3.2. Membrana de Alto Rechazo

Están diseñadas con estructuras más ajustadas permitiendo incrementar la masa de rechazo de iones y rechazar iones de menor tamaño. Su capacidad de rechazo es de 99.75 a 99.85%. (Chingo ,2015i)

2.2.3.3. Membrana de Alta Productividad

Son diseñadas para producir más agua por elemento de membrana. Las características son: mayor superficie y empaquetado más denso. Este aumento de área de membrana permite un gran aumento utilizando el mismo tamaño del elemento de membrana. (Chingo ,2015j)

2.2.3.4. Membrana de Alta Presion

Estas son utilizadas para la producción de agua potable de aguas con salinidad de 50.000 a 60.000 mg/L, y maximizar el agua recuperada de un volumen dado. (Chingo ,2015k)

2.3. Efluente de la osmosis inversa

2.3.1. Definición

Agua de arrastre a la salida del sistema, que contiene las sales que han sido separadas por las membranas.

2.3.2. Propiedades Física Y Química

Para caracterizar el rechazo se ha procedido en primer lugar a la recopilación de toda la información preexistente relacionada con el tema, fundamentalmente los datos de análisis químicos existentes y el funcionamiento de la OI. Además se han realizado visitas a los trabajos de campo, para realizar nuevos análisis en las condiciones de trabajo estudiadas. (López 2015a)

2.3.3. Estimación de Efecto sobre el agua de Rio

El agua de rechazo contiene grandes cantidades variables de sólidos suspendidos, incluyendo sedimento, arcilla, bacterias y virus. Además, se pueden contener muchos metales y una alta salinidad que produce eutrofización, muerte de especies, y pérdida de cultivos por el riego debido a que los agricultores la utilizan. (López 2015b)

2.4. Aprovechamiento del efluente de la osmosis inversa

2.4.1. Cría de peces

Esta opción se propone para dar un aprovechamiento extra al agua produciendo un alimento escaso en los campamentos de refugiados, como es el pescado, de difícil acceso a la población por sus malas comunicaciones y la lejanía con el mar. Se optaría por la construcción de una pequeña piscifactoría a la salida del rechazo. Para ello lo primero es necesario valorar si las características físico-

químicas del agua son compatibles con alguna especie de peces, para después hacer el diseño de ésta respondiendo a las características de la especie. (Pinedo 2009b)

Presenta las siguientes ventajas y Desventajas:

Ventajas

- Además de reutilizar el agua, se obtiene un valor añadido ya que se consigue alimento de difícil acceso en los campamentos
- Se introduce un alimento nuevo importante para la dieta.

Desventajas

- Se genera un residuo de agua de rechazo que contiene los excrementos de los peces, por lo que deberá tratarse
- No es una tecnología que se esté usando, por lo que hay que introducirla y adaptarla al terreno.

2.4.2. Construcción de un abrevadero

En las sucesivas visitas a la salida del rechazo se ha comprobado la existencia de excrementos de diversos animales (vacas, gallinas y caballos) que se acercan a beber agua, por lo que una posibilidad consiste en construir un abrevadero a la salida del rechazo donde se vaya depositando el agua, al que lleguen los diversos animales que transitan la zona. (Pinedo 2009c)

Pinedo considera las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas

- El residuo se convierte en fuente de recursos para el ganado, fuente de alimento

- El agua tratada y asignada por las familiar para esos rebaños podría usarse para limpieza (consumo de la familia y ahorro de agua).

Desventajas

- Al no ser un agua tratada, puede ser perjudicial para el ganado.

2.4.3. Reutilización como agua de saneamiento y limpieza de depósitos

El sistema para que el agua llegue a la población es mediante el reparto con camiones cisternas. Éstos se cargan y reparten el agua, rellenando los depósitos familiares donde cada familia almacena el agua tanto para consumo humano como para animal y limpieza. Cada familia cuenta con 1 ó 2 depósitos dependiendo de su poder adquisitivo. Éstos tienen una capacidad de 1, 1.5 o hasta 2 m³, siendo la mayoría de 1 m³. Cada familia es responsable del uso, mantenimiento y limpieza del depósito. (Pinedo 2009d)

Los más antiguos suelen estar abiertos parcialmente por arriba, lugar por donde se realiza el llenado. Para extraer el agua se dispone de unas mangueras que por gravedad consiguen llenar las botellas o petacas. Debido a este sistema, y a que tanto las mangueras como los depósitos se encuentran a la intemperie, las condiciones higiénicas y sanitarias en las que se encuentran no son las óptimas para el consumo. (Pinedo 2009d)

2.4.4. Extracción de sales por el método “Sal proc”

Los estanques solares de gradiente salino (ESGS) o “SalinityGradient Solar Pond” (SGSP), constituyen un sistema eficiente y sencillo de captación y almacenamiento de energía solar térmica. En las últimas décadas, con más de 60 instalaciones construidas a nivel mundial, son ya varios los estudios que han demostrado su viabilidad en aplicaciones en las que se requiere una fuente fiable de energía térmica de baja o media temperatura. (Pinedo 2009e)

En un estanque con aguas con un contenido en sales homogéneo, esta agua caliente sería más ligera y ascendería hasta la superficie, cediendo entonces el

calor al ambiente mediante convección libre. Además hay que destacar que el agua tiene una conductividad térmica reducida, por lo que el calor sólo puede escapar por conducción muy lentamente. La alta capacidad calorífica del agua, así como su elevado volumen en el estanque, la convierten al mismo tiempo en un eficaz sistema de almacenamiento térmico. (Pinedo 2009f)

2.4.5. Cultivo de Ciclo Corto con Fitorremediación

La fitorremediación aprovecha la capacidad de ciertas plantas para absorber, acumular, metabolizar, volatilizar o estabilizar contaminantes presentes en el agua o sedimentos como: metales pesados, metales radioactivos, compuestos orgánicos y compuestos derivados del petróleo. Estas fitotecnologías ofrecen numerosas ventajas en aprovechar el agua para realizar cultivos de ciclo corto. (Delgadillo, 2011)

2.5. Cultivo de Sandía

2.5.1. Generalidades

La sandía *Citrullus Vulgaris* es un fruto muy apreciado que goza de gran demanda en tiempos de calor, ocupando el segundo lugar en importancia entre la familia de cucurbitáceas por la superficie sembrada en América Latina. (Valadez, 2010)

Se considera originaria de áreas arenosas y áridas de Sudáfrica, cerca de desierto de Kalahari donde es fuente de alimento y agua para sus habitantes. Su cultivo es muy antiguo, pues existe noticia de ello en época remota; la producción actual se encuentra en zona cálida de Europa y América, siendo importante en nuestro país (Reche, 2010.p.262).

La sandía es una planta herbácea, anual, rastrera o trepadora, propia de cultivo intensivo de secano y regadío. De acuerdo con el código alimentario español, la sandía está clasificada como fruto carnoso por tener es su parte comestible más del 50% de agua (Nuez, 2012.p.25).

2.5.2. Característica Botánica Y taxonómica

La sandía es una planta anual, herbácea, rastrera, monoica, con zarcillo dividido en dos o tres filamentos, sus raíces presentan un notable desarrollo. La mayoría de raíces llegan a una profundidad de 2 m, y que las raíces laterales generalmente se extienden hasta 4m de diámetro. El tallo son rastrero, alcanzando longitudes de 2 a 5 m tiene cinco borde o aristas cubiertos de bellos blanco. Las Hojas son dentadas y forman cinco lóbulos; por lo general son de color verde cenizo. La flores masculina están formado por cinco los, cinco pétalos y tres estambres. Los frutos son de color verdeen diferentes tonalidades (Valadez, 2010.p.235).

La familia de *Cucurbitáceas* está compuesta por 118 géneros y unas 825 especies. Dentro de esta familia se encuentra plantas frecuentemente rastreras o trepadoras con las características que se relacionan. (Sobrino, 2010.p.14)

El desarrollo y crecimiento de las cucurbitáceas depende del factor genético de la planta y de las condiciones ambientales. Por lo tanto, es necesario describir su fisiología y los efectos fisiológicos que resultan de los cambios en el ambiente (Encinas, 2005, p.4)

Taxonomía

Reino:Plantae

División:Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Subclase:Dilleniidae

Orden:Cucurbitales

Familia:Cucurbitaceae

Subfamilia:Cucurbitoideae

Tribu:Benincaseae

Subtribu: Benincasinae

Género: *Citrullus*

Especie: *Citrullus vulgaris*

Nombre Común: Sandía

2.5.3. Variedades de Sandía

2.5.3.1. Charleston Gray

De origen norteamericano, también recibe el nombre de Charleston dulce. Es de Precocidad semitemprana, algo menor que la sugarBaby, tipo sexual monoico, hoja más anchas, así como lóbulos de forma más redonda y también más ancho que la mayoría de las variedades. El tamaño del fruto es grande, de 8 a 10 kg, de forma oblonga larga, superficialisa, color de fondo muy pálido y jaspeado verde claro. (Reche, 2010.p.270).

Son variedades de polinización abierta poseen un período de siembra a cosecha de 80 a 90 días, son tolerantes a Antracnosis y tolerancia moderada a Fusarium. Se adapta a climas áridos y tropicales, los frutos son alargados con extremos redondeados, la epidermis es grisácea con un reticulado fino de color verde, la pulpa es roja brillante dulce y de buen sabor, las semillas son oscuras, el peso oscila entre 28 a 35 lb. Es resistente al transporte. (Eslao, 2013)

2.5.3.2. Criolla

Es una variedad de sandía presente en el territorio ecuatoriano es una planta con abundante presencia de semilla en su interior.

2.5.4. Requerimiento de Clima

La sandía es una planta de clima cálido, por lo cual no tolera heladas, se reporta que para la germinación debe haber una temperatura superior a 16 °C, existiendo un rasgo adecuado de 21°C a 30°C. Para el desarrollo del cultivo debe imperar

una temperatura ambiente de 18°C a 25°C. Temperaturas mayores de 35°C y menores de 10°C detienen su crecimiento. (Valadez, 2010)

La humedad del terreno es otro de los aspectos importantes de la climatología, ya que la sandía requiere bastante cantidad de agua para desarrollar el fruto, puesto que está contenido en un 93 % aproximadamente. En los cultivos de regadío no existe problema con la humedad, pero en los de secano hay que cuidar al máximo su conservación con las labores superficiales necesarias. Por el contrario, la humedad ambiente no debe ser alta, sino un ambiente más bien seco que conviene a la floración y al fructificación. (Reche, 2010.p.263).

El medio ambiente que condiciona el clima y, especialmente, el microclima, índice de forma decisiva en la germinación, crecimiento y desarrollo de la plantas; su conjunción con otros factores posibilita la rentabilidad y producción del cultivo. (Nuez, 2012.p.55).

2.5.5. Plagas del cultivo

2.5.5.1. Araña Roja

También llamada arañuela o socarrina; es un diminuto acaro denominado *Tetranychus telarius* prácticamente invisible a simple vista y extendiendo por la región. Las arañas son ovíparas, sus huevos incoloros y transparente, tomando color amarillento poco antes de avivar (Nuez, 2012.p.132).

2.5.5.2. Vacanita

Es de los pocos Coccinélidos que causan daños a los cultivos. Los adultos son parecido a la mariquita, de unos 8 mm; de longitud, de cuerpo grueso, abombado, de color anaranjado y recubierto de finas vellosidades; poseen en cada élitro 6 puntos con una aureola más clara (Nuez, 2012.p.136).

2.5.5.3. Nematodos

Son gusanos microscópico no segmentado, de cuerpo cilíndrico cubierto de una cutícula resistente, son parásitos de las plantas, que producen la formación de agallas en las raíces, con lo que dificultan la asimilación de las sustancias nutritivas. (Nuez, 2012.p.141)

2.5.5.4. Gusano de Suelo

Devoran las raíces de las plantitas jóvenes en primavera, marchitándola y desecándolas. Entre los más corrientes en terreno de regadío se encuentran los gusanos blancos que son larvas de Coleópteros de la familia Escarabeidos (Nuez, 2012.p.144).

2.5.5.5. Mayates

Se lo conoce a ciertos coleópteros, entre lo que destacan: *Acalymavittata* y *Diabbotica undecimpunctatay* causan verdaderos daños a las plantaciones de sandía (Nuez, 2012.p.145).

2.5.5.6. Caracoles y Babosas

En tiempo húmedo y en cultivos de regadío, las plantas de sandias se ven afectado por caracoles y babosas que, con su lengua larga y áspera, raspan la superficie de las hojas y brote de las que se alimentan (Nuez, 2012.p.147).

2.5.6. Enfermedades

2.5.6.1. Mildiu

Es una enfermedad que afecta a las hojas, tallos y peciolos, raramente se aprecia en frutos. Es causada por hongo ectoparásitos del grupo de los Ascomicetos, llamado *Erysiphecichoracearum*, que se desarrolla en la superficie de los tejidos vivos afectados. (Nuez, 2012.p.152)

2.5.6.2. Fusariosis

Fusarium provoca el marchitamiento general del tejido de la planta que esta sobre el suelo. Típicamente, un lado de la planta presentará síntomas más severos que el otro, lo que se conoce como marchitamiento unilateral. El hongo coloniza el tejido vascular tanto en la raíz como en la corona de la planta. Con un corte al tejido en plantas afectadas se podrá observar rayas marrones dentro del xilema. La incidencia de esta enfermedad se va a observar en forma de parchos dispersos sin ningún patrón por todo el campo. (Linares, 2017)

2.5.6.3. Antracnosis

La antracnosis de las cucurbitáceas se distribuye ampliamente alrededor del mundo donde se siembran las cucurbitáceas. La enfermedad es común en Carolina del Norte. La antracnosis causa serias pérdidas cuando se siembran cultivares susceptibles de pepino y de sandía. La mayoría de los cultivares de melón son altamente susceptibles y esta enfermedad es un factor limitante en la producción de melón en el este de los Estados Unidos. El melón, los calabacines, y las calabazas son menos susceptibles a la antracnosis, pero ocasionalmente la enfermedad causa pérdidas del fruto. (Adams, 2017)

2.5.6.4. Verticillum

La marchitez bacteriana de las cucurbitáceas también exhibe marchitamiento que comienza en sólo unas pocas hojas. Esta enfermedad es causada por la bacteria *Erwinia tracheiphila*. Cuando el tallo se corta, a menudo un exudado bacteriano blanco sale del tallo, lo que no ocurre en la marchitez de Fusarium. (Linares, 2017)

2.5.6.5. Podredumbres

La invasión del agente patógeno viene influenciada por un exceso de humedad en el terreno. Entre los primeros síntomas está el tono amarillento que van adquiriendo las plantas, junto a la marchitez e imagen de decaimiento general.

2.5.6.6. Virosis

Indica Chamorro (2012), las diferentes enfermedades por virus:

a) Mosaico de las cucurbitáceas.- Las hojas se presentan moteadas de verde amarillo. Son pequeñas y deformes. Se acorta la distancia entre nudos, presentándose plantas enanas. La producción de frutos se reduce, los pulgones y posiblemente la diabrotica trasmite el virus.

b) Rizado o enchinamiento de la hoja.- Este virus es transmitido por las chicharritas. La nervadura de la hoja se decolora y se rizan. Las distorsiones y enrollamiento van hacia el envés.

c) Marchitez bacteriana.- Causada por la bacteria *erwinia* transmitida por los escarabajos bloquea el sistema vascular del vegetal. Los síntomas se aprecian al cortar el tallo, secreta una sustancia viscosa y pegajosa.

El control de estas enfermedades se efectúa combatiendo los insectos vectores, utilizar semilla certificada, eliminar plantas enfermas y sospechosas.

2.5.7. Cosecha

De acuerdo a Chamorro (2012), la cosecha se realiza guiándose por los siguientes síntomas externos:

- El zarcillo del pedúnculo del fruto está completamente seco o la primera hoja situada por encima del fruto está marchita.
- Al golpear el fruto con los dedos se produce un sonido sordo.
- Al oprimir el fruto entre las manos se oye un sonido claro como si se resquebrajase interiormente.
- Al rayar la piel con las uñas, ésta se separa fácilmente.
- La “cama” del fruto toma un color amarillo marfil.
- La capa cerosa (pruína) que hay sobre la piel del fruto ha desaparecido.

- El fruto ha perdido el 35-40 % de su peso máximo.
- La recolección se la hace por la mañana cortando con navaja y dejando de 2 a 3cm del pedúnculo.

2.5.8. Riego Por goteo

El riego por goteo corrige la falta de humedad de la tierra y modifican su temperatura. No puede precisarse el número de riego pues depende de la variedad sembrando, zona de cultivo, terreno, condiciones meteorológica y sistema de cultivo, que en definitiva, son los factores que van a determinar el aumento o disminución del riego. No obstante diremos que el periodo crítico en que no debe faltar el agua, transcurre desde que comienza a desarrollar los frutos hasta que inicia la maduración. (Nuez, 2012.p.61)

2.6. Plan de Remediación

2.6.1. Estructura de un plan de Remediación

El plan de remediación ambiental busca corregir la perturbación de las áreas utilizadas o afectadas por la ejecución de dichas actividades, de tal forma que alcancen, en la medida de lo posible, las características de un ecosistema compatible con un ambiente saludable y equilibrado para el desarrollo de la vida. Las medidas planteadas en el plan de remediación ambiental pueden implicar el retiro o demolición por cuenta y riesgo del titular de las infraestructuras o construcciones realizadas sin contar con la certificación ambiental correspondiente. (MINAM, 2017)

Un aspecto importante en el diseño de un Programa de Remediación es la adecuada selección de las técnicas o métodos a aplicarse. En el mercado existe una gran variedad de técnicas y métodos para la remediación de suelos contaminados con hidrocarburos y otros tipos de contaminantes. (MAE, 2012)

Estructura del plan de remediación:

-Diagnostico

-Medidas de Remedición

-Análisis de alternativas

-Elaboración del Programa de Remediación

Antecedentes

Objetivos

Metodologías Utilizadas

Procedimientos

Conclusiones

Recomendaciones

CAPITULO III

DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

La investigación se desarrolló durante los meses de Noviembre a Febrero, del año 2017-2018, en la empresa Aqua Heredia AQUAHER, situada en el sitio, Buenos Aires, parroquia Rocafuerte, cantón Rocafuerte, provincia de Manabí, geográficamente localizada en las siguientes coordenada: Coordenada latitud:0° 92 ' 04.49 " Coordenada Longitud:80° 47' 9.379" y una Altitud de 25 msnm.

3.2. CARACTERISTICA METEOROLOGICA

3.2.1. Del Clima¹

- **Pluviosidad:**103 y 145 mm¹/l
- **Temperatura:** 27°¹
- **Humedad relativa:** 85%
- **Horas sol:**1100 h/año

3.2.2. Del Suelo

- **Origen:** Aluvial
- **Textura:** Arenoso
- **Estructura:** Bloque
- **pH:** 6,5

3.3. Variables en estudio

A. Tipos de Agua

- A1 Efluente de ósmosis inversa
- A2 Agua Fitorremediada

¹Datos Obtenido de INAMHI Rocafuerte ,Promedio 2013

3.4. Tratamiento:

Cuadro 1 .La combinación de los factores o variables en estudio originan los siguientes tratamientos.

N°	Tipos de Riego	Tipos de Sandía
1	Efluente de osmosis inversa	Charleston Gray
2	Efluente de osmosis inversa	Criolla
3	Agua Fitorremediada	Charleston Gray
4	Agua Fitorremediada	Criolla
T1	Agua Cruda	Charleston Gray
T2	Agua Cruda	Criolla

3.5. PROCEDIMIENTO

3.5.1. Diseño experimental

Tipo de Diseño: Diseño Completamente al azar (DCA) + 2 testigos; porque este experimento en su ejecución tuvo condicione controladas y no directamente en el campo.

N° de Repeticiones: 3

3.5.2. Característica de las unidades experimentales

- **Numero:** 18 semilla de sandía (9 Charleston Gray y 9 Barón)
- **Área o Espacio:** 2,20 m²
- **Forma-Raza:** Cuadrada
- **Marco de plantación :** 2,20 x1 m
- **Área Total:** 96,72 m²

3.6. Análisis Estadísticos:

Esquema del ADEVA

Fuente de Variación	Grado de Libertad
Total (t*r-1)	17
Tratamiento (t-1)	5
Error Experimental	12

- Prueba de significación: DMS

$$C.V = \frac{\sqrt{C.M.error}}{\bar{x}} \times 100$$

3.7. Datos a registrar y métodos de evaluación

3.7.1. Datos primarios

Ensayo de Fitorremediación del efluente de ósmosis inversa

Porcentaje de germinación. (Número de plántulas)

Supervivencia de plántulas de sandía en campo. (Promedio por variedad)

Días a la Floración (Antesis)

Número de Frutos por Planta. (Número de frutos por Tratamiento)

Peso individual de Frutos. (Peso individual de frutos por Tratamiento)

Rendimiento por Variedades (Índice de Eficiencia Productiva)

Residuo en fruto (Análisis de muestra del fruto)

3.7.2. Datos a analizar estadísticamente

- Fitotoxicidad en las hojas

3.7.3. Manejo del experimento

-Escala arbitraria de evaluación de fitotoxicidad.

3.8. Aspecto a considerar en remediación

-Elaboración del Programa de Remediación

Antecedentes

Objetivos

Metodologías Utilizadas

Procedimientos

Conclusiones

Recomendaciones

3.9. Procedimiento del ensayo de fitorremediación

El experimento se desarrolló en un área con techo, ventilación adecuada y entrada de rayos solares a condiciones ambientales. La experimentación se realizó en tres fases; una de adaptación, de nutrición y de intoxicación, este proceso tuvo una duración de 15 días. Se colocó las macrófitas acuáticas en los recipientes.

Fase de adaptación

Esta fase tuvo una duración de 3 días. Después que se realizó el reconocimiento las dos especies vegetales (*Eichornia crassipes* y *Lemna minor*) y se seleccionó adecuadas, se procedió a colocar las mismas en los recipientes en el orden que se observa.

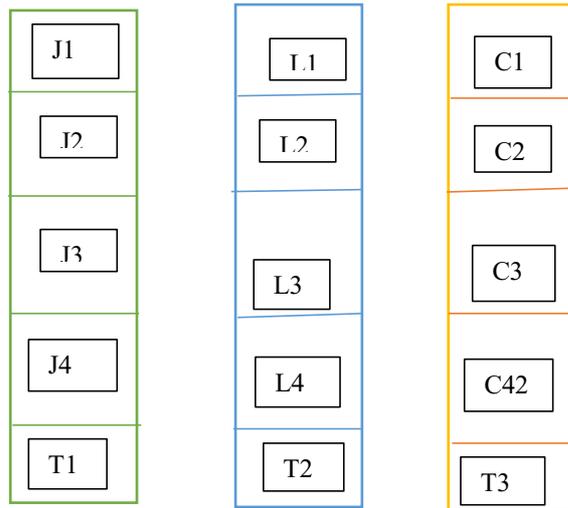


Grafico 1: Posicionamientos de las especies en los recipientes.

Elaborado: Autoras de la Investigación

Se realizaran tres tratamientos con 4 repeticiones y tres testigo:

Tratamiento con la *Eichornia crassipes* se coloca 7 especies

Tratamiento con la *Lemna minor* se coloca 30 gr

Tratamiento combinado se coloca cuatro especies del primer tratamiento y 15gr del segundo tratamiento.

Durante este proceso se controla la variación del ph y de la conductividad, esto se realizó para determinar el medio óptimo para el desarrollo de las plantas, debido a que un ph ácido marchita las mismas y alto valores de conductividad no soportan las especies vegetales.

Fase de nutrición

La fase de nutrición tuvo una duración de 5 días.

Fase de Intoxicación

Esta fase tuvo una duración de 7 días, pasado los 8 días entre la adaptación y la nutrición de las plantas.

Se utilizó una relación entre 9 litros de agua potable y 1 litro de agua de rechazo del proceso de ósmosis.

Recolección de muestras

Se recolectará muestras para el análisis en el laboratorio para verificar si la concentración inicial era la correcta.

Pasado los 15 días de experimentación se recogió de las 12 muestras un contenido de 500 cc de la parte media del recipiente sin remover el agua para analizar la concentración. De igual manera se recolecto un recipientes del agua fitorremediada lenteja de agua por 3 litros de agua para analizar DBO y DQO.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Resultados del análisis de Fitotoxicidad

4.1.1. Fitotoxicidad en las Hojas

Cuadro 2. Porcentaje de Fitotoxicidad en las hojas

Porcentaje	Tipo de Toxicidad	Indicador
0-20 %	Fitotoxicidad baja	1
21-50%	Fitotoxicidad media	2
51-75%,	Fitotoxicidad alta	3
76-100 %	Muerte de la hojas	4

Equivalencias:

0-20%

Es la muerte de un conjunto de células o de cualquier tejido necrosado de forma parcial presente en 4 a 5 hojas del tratamiento.

21-50 %

Es la muerte de un conjunto de células o de cualquier tejido necrosado de forma parcial presente en 6 a 8 hojas del tratamiento.

51-75%

Es la muerte de un conjunto de células o de cualquier tejido necrosado de forma parcial presente en 8 y más de 10 hojas del tratamiento.

76-100 %

Es la muerte Total de células o necrosado total de la hoja.

Cuadro 3. Evaluación de la Fitotoxicidad en las hojas

ANÁLISIS DE LA EVALUACION DE LA FITOTOXICIDAD EN LAS HOJAS DURANTE 16 SEMANAS

- 1 Fitotoxicidad baja 0-20 %
- 2 Fitotoxicidad media 21-50%
- 3 Fitotoxicidad alta 51-75%
- 4 Muerte de la hojas 76-100%

TRAT.	REPET.	Semanas															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
A1S1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	3
A1S1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	3
A1S1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3
A1S2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
A1S2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
A1S2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
A2S1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2
A2S1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	2	3	3

A2S1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	3	3	3
A2S2	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	3	3	4	4	
A2S2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	3	3	3	
A2S2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	3	3	3	
TESTIGO 1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	4	4	4	4	
TESTIGO 1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	4	4	4	4	
TESTIGO 1	3	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	4	4	4	
TESTIGO 2	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	
TESTIGO 2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	4	4	4	4	
TESTIGO 2	3	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	

4.1.2 Resultados de análisis de diseño experimental de la Fitotoxicidad en las hojas

Cuadro 4. Análisis de tratamientos de la Fitotoxicidad en las hojas

	Tratamiento						
Invernadero	1	2	3	4	5	6	
1	21	19	22	32	34	36	
2	23	19	26	27	34	35	
3	21	19	28	27	35	38	
Σ	65	57	76	86	103	109	496
\bar{x}	21,67	19	25,33	28,67	34,33	36,33	27.56

$$FC = \sum (X_1)^2 / rt = (496)^2 / 3 \cdot 6 = 13667.56$$

$$Sc (\text{Total}) = \sum (X_1)^2 - FC$$

$$= 21^2 + 23^2 + 21^2 + 19^2 + 19^2 + 19^2 + 22^2 + 26^2 + 28^2 + 32^2 + 27^2 + 27^2 + 34^2 + 34^2 + 35^2 + 36^2 + 35^2 + 38^2 - FC$$

$$= 14422 - 13667.56 = 754.44$$

$$Sc (\text{Trat.}) = Sc \text{ Total} - Sc \text{ tratamiento}$$

$$= \sum (X_1)^2 / r - FC$$

$$= \frac{65^2 + 57^2 + 76^2 + 86^2 + 103^2 + 109^2}{3} - FC$$

$$= 14378.67 - 13667.56 = 711.11$$

$$Sc (\text{Error}) = SC \text{ total} - Sc \text{ tratamiento}$$

$$= 754.44 - 711.11 = 43.$$

ADEVA

F.V	G.L	SC	CM	FC	f.Tabla	
					0,5	0,1
Total	17	754.44				
Tratamiento	5	711.11	142.22	39.40 **	3.11	5.06
Error	12	43.33	3.61			

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2}{r}} = \sqrt{3.61/3} = \sqrt{1.20} = 1.10$$

$$sd = \sqrt{2(s)^2/r} = \sqrt{2(3.61)/3} = \sqrt{2.41} = 1.55$$

$$cv = \frac{\sqrt{s^2 error}}{\bar{x}} \times 100 = \frac{\sqrt{3.61}}{27.56} \times 100 = 6.89\%$$

Prueba de DMS

$$Sd \sqrt{\frac{2(3.61)}{3}} = 1.55$$

$$DMS = (1.55)(2.179) = 3.38$$

2 19 c

1 21,67 c

3 25,33 b

4 28,67 b

5 34,33 a

6 36,33 a

$$36,33 - 3,38 = 32,95$$

$$34,33 - 3,38 = 30,95$$

$$28,67 - 3,38 = 25,29$$

$$25,33 - 3,38 = 21,95$$

$$21,67 - 3,38 = 18,29$$

$$19 - 3,38 = 15,62$$

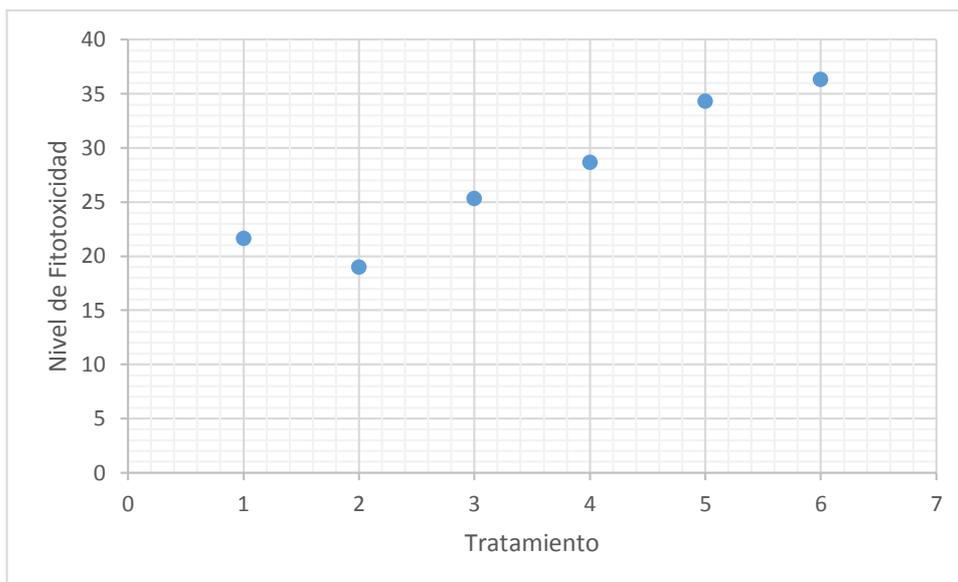


Gráfico 2: Nivel de Fitotoxicidad en los tratamientos.

Elaborado: Autoras de la Investigación

Con los valores altamente significativo entre los tratamientos, la prueba de significación DMS determina que existe tres rasgos de diferenciación donde, el tratamiento 3 y 4 presentaron mayores fitotoxicidad en las hojas con valores estadísticamente iguales ; y el tratamiento 1 y el tratamiento 2 de menores daños en fitotoxicidad ,que al parecer no afecta en daños a las hoja ya que los porcentaje no superan el 50%.Al parecer ,las plantas de sandía toleran de cierta forma los iones del efluentes y la flacidez en y no se debe a un déficit de agua. El problema ocurre cuando las plantas absorben metabolito toxico o iones y se acumulan en las hojas de manera excesiva hasta superar los niveles críticos, lo que ocasiona daños de diversa magnitud. Según INTAGRI, 2014, el daño por estos iones dependerá de la acumulación de estos en el tejido vegetal, del tiempo, de la sensibilidad del cultivo y de uso del agua por la planta.

Así mismo López (2015), indica que el cobre es uno de los micronutrientes necesarios para las plantas en muy pequeñas dosis. Siendo, el rango normal es de 0,05-0,5 ppm, mientras que en la mayor parte de los tejidos fue 3-10 ppm. De acuerdo a los resultados se está viendo muy presente en que se podría asociar en el tratamiento 2 y 1 que no existe un proceso de fitotoxicidad por el agua de riego por cumplir con los rasgos adecuados para la planta en comparación con los otros tratamientos.

Se presume que primero la muerte de los testigo 1 y 2 porque se regó con agua del canal las cuales a los análisis ejecutado no tienen presencia de cobre, Hay que tener en cuenta las funciones del cobre en la planta como propiedades de fungicida por lo que los tratamiento 1, 2, 3,4 tuvieron resistencia a cualquier tipo de plaga y /o enfermedad por la presencia de cobre en el agua de riego. El cobre en es un ingrediente activo de los fungicida y al ser un cultivo orgánico permitió mitigar enfermedades virales en los tratamientos.

En los tratamientos 3 y 4 se presentaron las mayores fitotoxicidad e incluso efectos de atrofia y necrosis del meristema terminal, síntomas característicos de intoxicación por concentraciones excesivas de cobre, tal como la ausencia de flores (Ginocchio, 2008).

No es de descartar síntomas de fitotoxicidad por metales pesados mismo que incluyen característicamente una reducción del crecimiento, sobre todo en raíces, clorosis y necrosis en hojas y, posteriormente, síntomas típicos de senescencia y abscisión según lo que indica Barceló, 1992.

4.2. Resultados del Ensayo del Análisis de la fitorremediación

Relación del peso de la plantas, la ganancia de biomasa fue de 0.20 kilogramo en la lenteja de agua y 10 plantas en jacinto de agua en cada respectivo tratamiento. Las similitudes de peso seco y fresco entre el grupo testigo y experimental con las dos cultivos indicadores permiten verificar que la planta fue capaz de continuar con su proceso natural de crecimiento vegetativo e inclusive logró completar la fase de desarrollo reproductivo, ya que en los recipientes se observa claramente la aparición de nuevos brotes; ratificando este hecho que la planta pudo adaptarse a las condiciones químicas del agua de rechazo de ósmosis inversa.

El microclima creado dentro del material experimental donde se encontraba las plantas pudo haber ejercido efecto sobre las mismas, apreciándose altas temperaturas y evaporación constantes en los recipientes.

Así según Wang et al. 1996, el proceso de fitorremediación exponen que la acumulación de metales por los organismos acuáticos se presenta en un proceso

que consiste en dos pasos: un primer paso de absorción rápida o vinculación a la superficie biológica (bioabsorción), seguido por un segundo paso de transporte lento e irreversible, controlado por difusión al interior de la célula (bioacumulación), que puede ser por difusión del ión metálico a través de la membrana celular o por transporte activo por una proteína transportadora. Así Metcalf y Eddy (1995) y Miretzky et al. (2006), el mecanismo involucrado en la bioabsorción de los metales pesados es a través de un intercambio de iones entre metales monovalentes como iones móviles intercambiables presentes en la biomasa de las macrófitas e iones de metales pesados y protones tomados desde el agua, esta bioabsorción llega a un punto de saturación muestra que Oporto et al. (2001), lo consideraron como un fenómeno superficial de adsorción, caracterizado por una capacidad máxima por parte del adsorbente, el cual, después de un cierto tiempo de contacto con la solución, llega a un nivel de saturación en el que la concentración de la sustancia de interés en el adsorbente es constante; después del día 6 se libera parte de los sales retenido, haciéndolo disponible nuevamente en el agua, elevando la concentración.

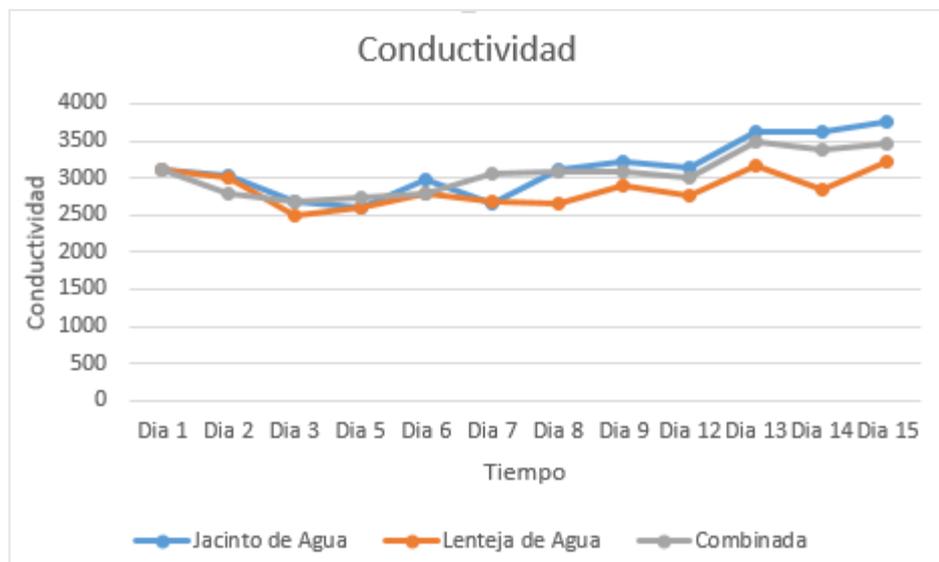


Grafico 3: Conductividad presente los tratamientos.

Elaborado: Autoras de la Investigación.

Cuadro 5. Conductividad presente en los tratamientos durante los 15 días.

	j1	j2	j3	j4	l1	l2	l3	l4	c1	c2	c3	c4
Día 1	3120	3120	3120	3120	3120	3120	3120	3120	3120	3120	3120	3120
Día 2	3020	3090	3060	3000	3009	3006	3003	3007	2074	3050	3030	3040
Día 3	2932	2793	2707	2348	2602	2820	2462	2098	2430	2430	2958	2953
Día 5	3017	1790	2773	2838	2973	2664	2174	2564	3000	2590	2471	2874
Día 6	2884	2946	3043	3033	2970	2957	2223	2994	2527	3029	3057	2570
Día 7	2441	2637	2452	3081	2943	2952	2434	2399	3073	3007	3096	3101
Día 8	3128	3148	3053	3121	2471	2914	2579	2615	3063	3016	3115	3125
Día 9	3321	3222	3195	3179	2858	2895	2893	2959	3067	3088	3017	3133
Día 12	2847	3388	2975	3336	2291	2887	2915	2961	3144	2944	2740	3223
Día 13	3690	3600	3640	3560	3110	3140	3100	3300	3620	3360	3460	3480
Día 14	3600	3610	3690	3640	3140	3009	3150	2080	3130	3380	3440	3540
Día 15	3720	3810	3780	3730	3200	3220	3210	3230	3360	3410	3540	3580

En este contexto, las plantas acuáticas acumulan gran cantidad de metales pesados en sus tejidos como mercurio (Hg), cadmio (Cd), plomo (Pb), arsénico (As), cromo (Cr), Cobre (Cu) los cuales son liberados posteriormente al medio. Posada y Arroyave (2006), observaron que para concentraciones de cobre se disminuyó en un rasgo de 5.96 mg/L a 0.3 mg/L se presentó una caída en su crecimiento hasta el día 9, después de lo cual la *Lemna minor* se recupera y mantiene constante el crecimiento. En concordancia con la experiencia de Posada y Arroyave (2006), un porcentaje de las “Lentejas de agua” muere liberando posteriormente el cobre absorbido, hasta el día 13 que se inicia la reabsorción nuevamente de los sales, después de un periodo de recuperación de la planta, donde nuevamente comienza un periodo de absorción hasta el día 15, llegando a bajar las concentraciones en el agua.

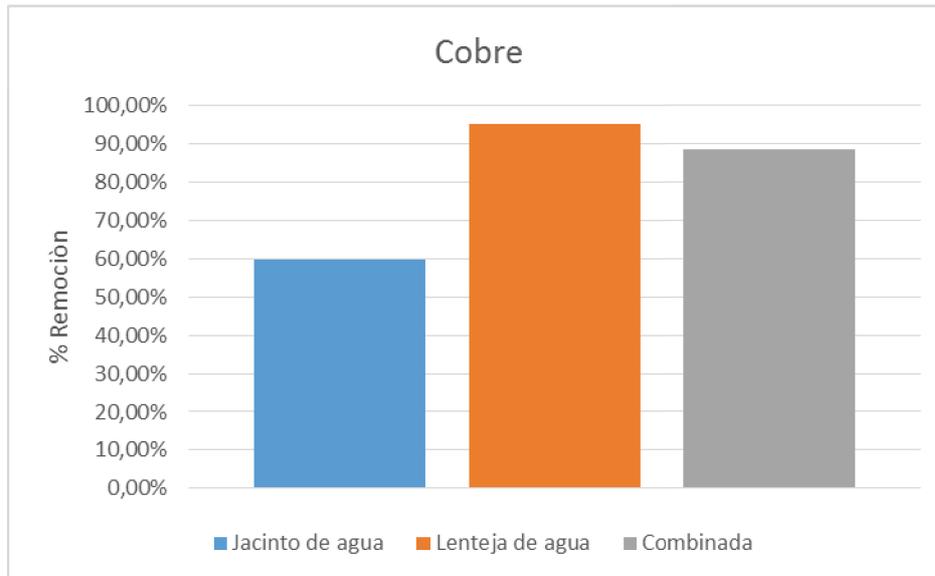


Grafico 4: Porcentaje de Remoción del Cobre en las diferentes plantas acuáticas aplicadas.

Elaborado: Autoras de la Investigación.

Cuadro 6. Remoción de Cobre en los tratamientos.

	J1	J2	J3	J4	I1	I2	I3	I4	c1	c2	c3	c4
Muestra Inicial	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96	5,96
Muestra Final	2,64	2,6	2,26	2,06	0,27	0,48	0,25	0,33	0,74	0,86	0,89	0,33

Cuadro 7. Sólidos Totales presente en los tratamientos

	Jacinto de Agua	Lenteja de Agua	Combinada
Día 1	2028	2028	2028
Día 2	1978	1954	1819
Día 3	1752	1622	1750
Día 5	1693	1686	1777
Día 6	1935	1811	1817
Día 7	1724	1743	1995
Día 8	2023	1719	2002
Día 9	2099	1886	2000
Día 12	2039	1796	1958
Día 13	2355	2056	2262
Día 14	2363	1849	2192
Día 15	2444	2090	2257

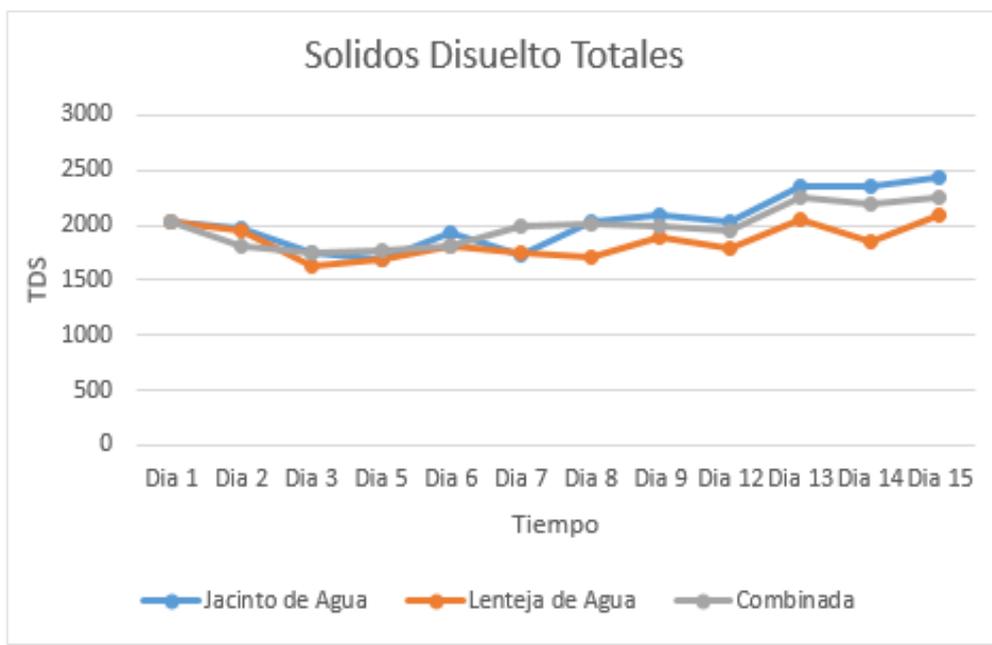


Gráfico 5: Solidos Totales presente los tratamientos.

Elaborado: Autoras de la Investigación.

Cuadro 8. pH presente los tratamientos

	L1	I2	I3	I4	L1	I2	I3	I4	c1	c2	c3	c4
Día 1	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Día 2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2
Día 3	8,2	8,1	8,1	7,2	8,2	8,1	8,1	7,2	8,1	8,1	8	8
Día 5	8,2	8,3	8,4	8,3	8,2	8,3	8,4	8,3	8,1	8,1	8,1	8,1
Día 6	8,3	8,4	8,4	8,3	8,3	8,4	8,4	8,3	8,2	8,2	8,2	8,2
Día 7	8,2	8,4	8,3	8,3	8,2	8,4	8,3	8,3	8,3	8,2	8,2	8,1
Día 8	8,1	3,2	8,2	8,2	8,1	3,2	8,2	8,2	8,3	8,2	8,1	8,1
Día 9	8	8,2	8,2	8,2	8	8,2	8,2	8,2	8,2	8,1	8,1	8
Día 12	8,1	8,4	8,2	8,2	8,1	8,4	8,2	8,2	7	7	7	7
Día 13	7,5	8,3	8,3	8,2	7,5	8,3	8,3	8,2	7,9	7,9	8	7,9
Día 14	8	8,2	8,2	8,5	8	8,2	8,2	8,5	7,9	7,9	7,8	7,9
Día 15	7,8	7,8	7,7	7,7	7,8	7,8	7,7	7,7	8,1	8,1	8,1	8,1

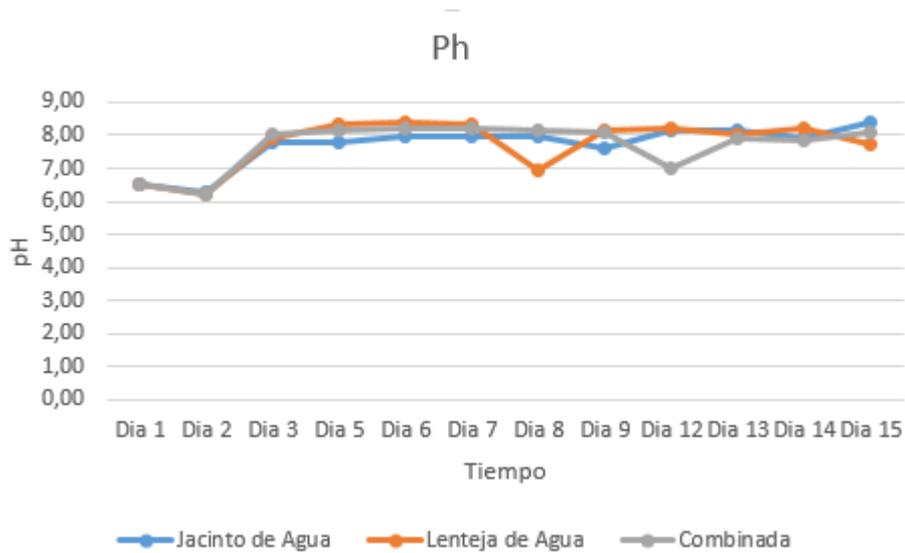


Gráfico 6: pH presente los tratamientos.
Elaborado: Autoras de la Investigación

Cuadro 9. Porcentaje de Remoción de Hierro en las diferentes plantas acuáticas aplicadas.

	J1	J2	J3	J4	I1	I2	I3	I4	c1	c2	c3	c4
Muestra Inicial	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Muestra Final	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	0	0,03	0,03	<0,02	<0,02	0,03

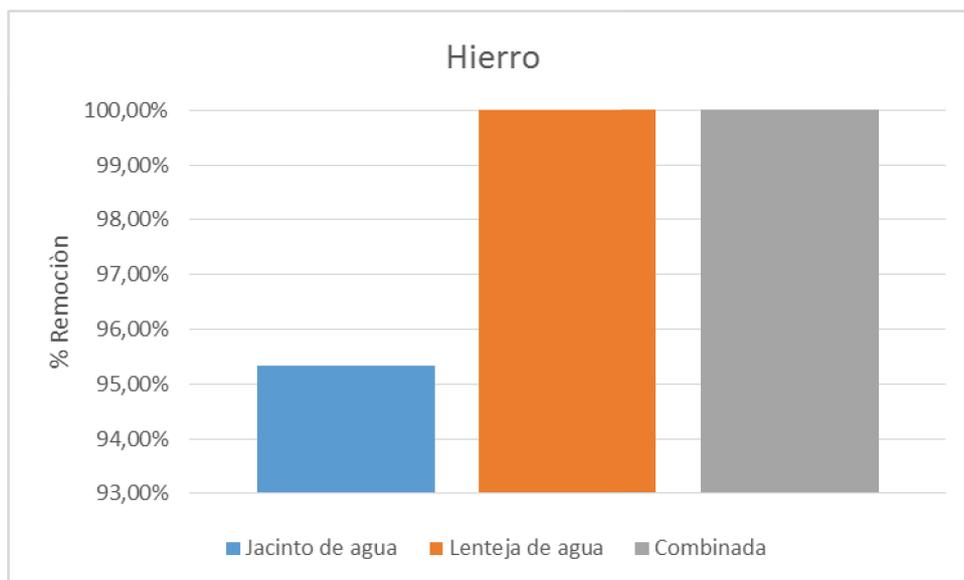


Grafico 7: Porcentaje de Remoción de Hierro en las diferentes plantas acuáticas aplicadas.

Elaborado: Autoras de la Investigación

Cuadro 10. Porcentaje de Remoción de Sulfatos en las diferentes plantas acuáticas aplicadas.

	J1	J2	J3	J4	I1	I2	I3	I4	c1	c2	c3	c4
Muestra Inicial	889,5	889,5	889,5	889,5	889,5	889,5	889,5	889,5	889,5	889,5	889,5	889,5
Muestra Final	604,9	550,4	203,8	569,9	581,7	268,1	491,2	549,2	222,4	467,1	741,9	232,9

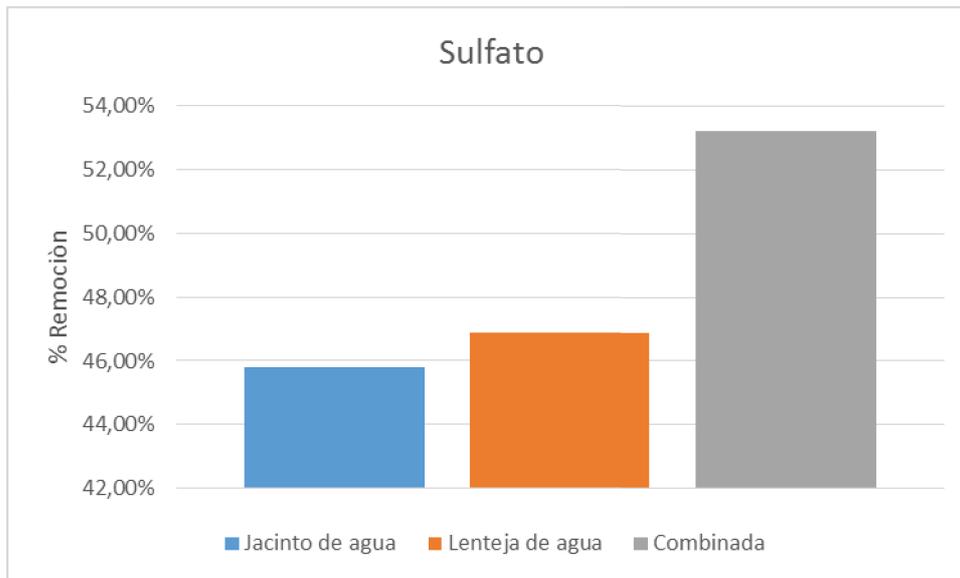


Grafico 8: Porcentaje de Remoción de Sulfato en las diferentes plantas acuáticas aplicadas.

Elaborado: Autoras de la Investigación

Los valores de ganancia de biomasa y peso seco al final de ensayo se vieron afectados significativamente por la presencia de absorción de cobre en el medio, lo cual mostró un proceso de adaptación y tolerancia al agua de rechazo.

El cobre fue removido a un 94,97%; por lo que puede afirmarse que la planta de Lenteja de agua (*Lemna minor*) es eficiente para remover dicho elemento del agua.

El método diseñado para la determinación de absorción de sales resultó exacto y preciso, y con la sensibilidad adecuada para monitorear ensayos de fitorremediación.

La planta *Lemna minor* puede utilizarse como una herramienta efectiva, sencilla y económica en los procesos de descontaminación del agua con niveles tóxicos de cobre para el cultivo de sandía.

4.2.2 Porcentaje de germinación

Número de plántulas

Cuadro 11. Germinación de las plántulas

Variedad	Numero
Charleston Gray	9
Criolla	9

No existió ninguna falencia entre variedad respecto a la germinación de las plántulas en el vaso plástico que fue colocado.

4.2.3 Supervivencia de plántulas posterior al transpante

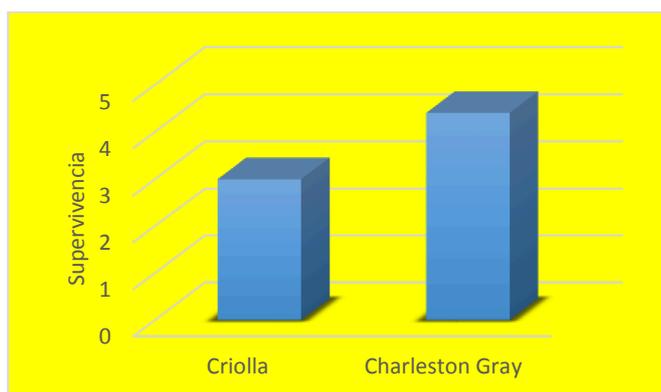


Gráfico 9: Supervivencia de plántula por variedad

Elaborado: Autoras de la Investigación

En el **Gráfico. 8**, se puede apreciar los promedios entre variedades relacionadas a la supervivencia de plántulas posteriores al trasplante. Los datos obtenidos permiten observar que las variedades presentaron valores similares, ubicándose en primer lugar la Variedad Charleston gray con 4.4 plantas por invernadero.

4.2.4. Días a la floración (antesis)

Cuadro 12. Días de floración

Números de flores por tratamiento

TRATM.	REPET.	Total de flores
A1S1	1	14
A1S1	2	10
A1S1	3	6
A1S2	1	11
A1S2	2	5
A1S2	3	7
A2S1	1	3
A2S1	2	5
A2S1	3	13
A2S2	1	4
A2S2	2	7
A2S2	3	7
TESTIGO 1	1	3
TESTIGO 1	2	2
TESTIGO 1	3	3
TESTIGO 2	1	4
TESTIGO 2	2	3
TESTIGO 2	3	3

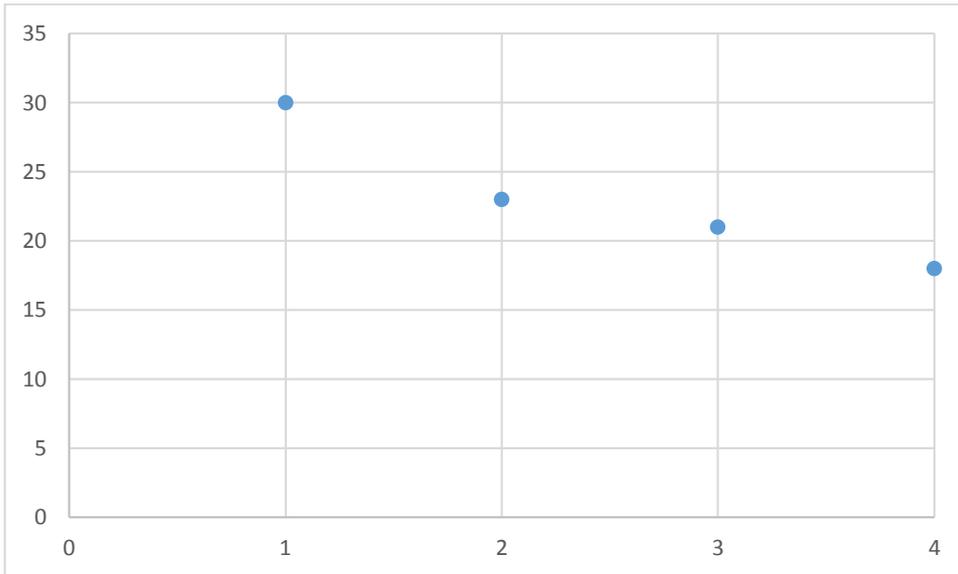


Gráfico 10: Floración por tratamiento
Elaborado: Autoras de la Investigación

Los tratamientos no presentaron diferencias significativas en las flores porque el agua de riego tenía cobre y de acuerdo a López (2014), "el cobre ayuda a intensificar el sabor, el color en las hortalizas y en las flores", además presentó un color más claro que lo normal en los testigos por la deficiencia de cobre en comparación de los tratamientos.

4.2.5 Número de Frutos por Tratamiento

Resultados de Sandía Recolectada Número de Sandía Recolectada



Gráfico 11: Número de Sandía recolectada
Elaborado: Autoras de la Investigación

Los tratamientos 1 y 2 presentaron más número de fruto en comparación con el tratamiento 3 y 4.

4.2.6 Peso individual de Frutos

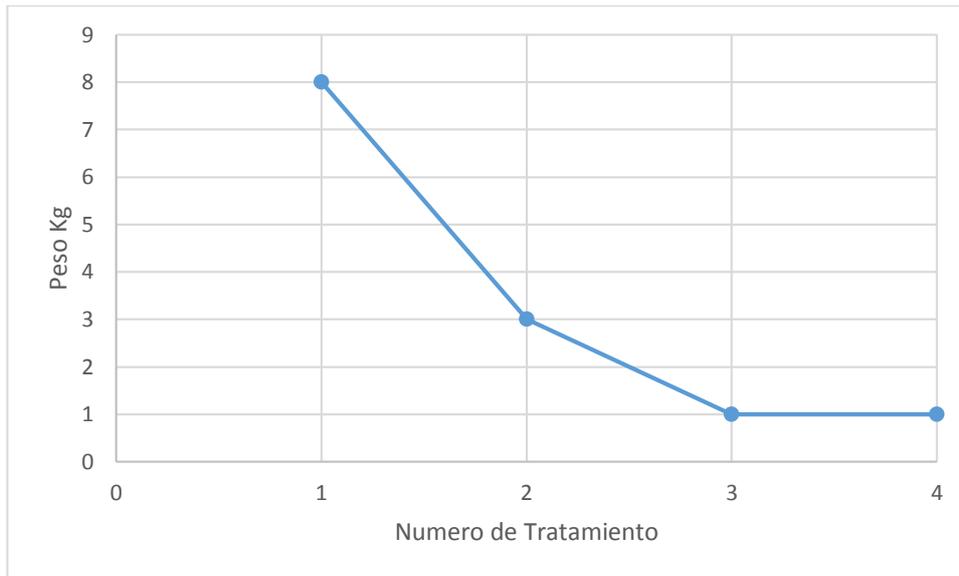


Grafico 12: Peso Individual de Frutos

Elaborado: Autoras de la Investigación

El mayor peso de los fruto se lo obtuvo en el tratamiento número uno como demuestra en la grafico #11, lo probablemente estuvo asociado a la presencia de menor número de frutos.

4.2.7. Rendimiento por Variedades

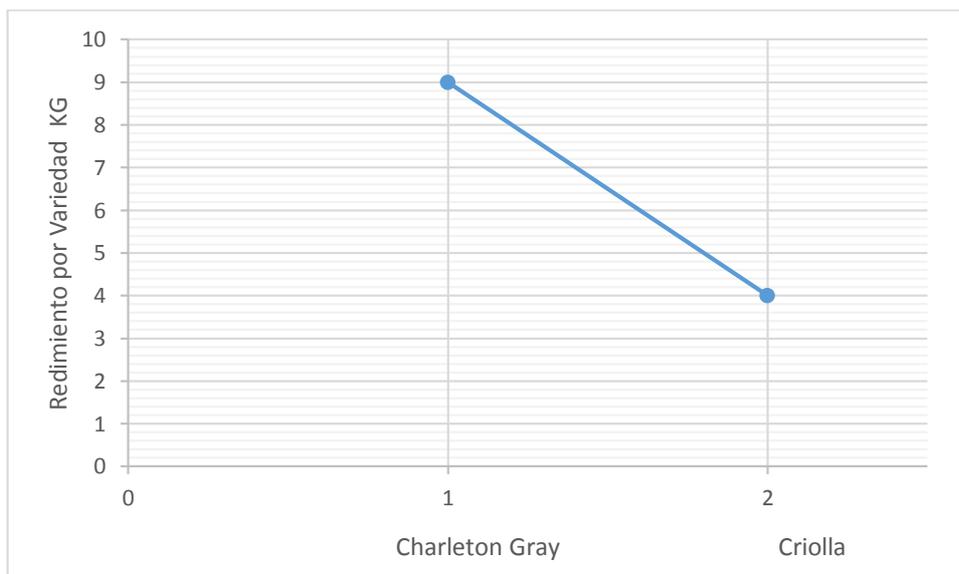


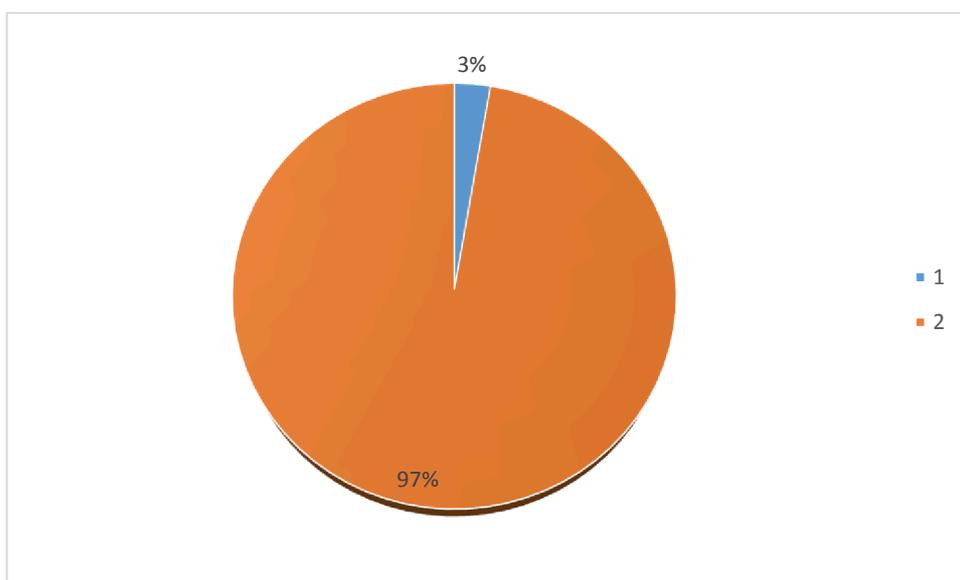
Grafico 13: Rendimiento por variedad

Elaborado: Autoras de la Investigación

De los resultados analizados del desarrollo de las dos variedades de sandía con Tres tipos de agua, existió respuesta significativa de la variedad Charleston Gray con un rendimiento de 9 kg que se ubicó por encima de la otra variedad. El agua fitorremediada redujo el gasto de agua utilizada en un 50%, incrementando el índice de humedad en el suelo versus la cantidad de agua consumida.

4.2.8 Residuo de cobre en la sandía

0,276 análisis residual de cobre del tratamiento 1



1. Residuo del fruto, 2. Límite máximo de cobre en fruto

Gráfico 14: Residuo de cobre en la sandía

Elaborado: Autoras de la Investigación

Como indica el Gráfico no se presentó absorción de metales pesados en los frutos en el tratamiento 1 y 2 con un porcentaje del 3 % teniendo resultado nulo de acumulación de cobre en el agua fitorremediada lo que establece esta producción se utilice para el consumo humano en óptimas condiciones. **Anexos 3**

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- a) El método diseñado para la determinación de absorción de sales resultó exacto y preciso, y con la sensibilidad adecuada para monitorear ensayos de fitorremediación.
- b) El cobre fue removido a un 94,97%; por lo que puede afirmarse que la planta de lenteja de agua (*Lemna minor*) es eficiente para remover dicho elemento del agua.
- c) Los valores de ganancia de biomasa y peso seco al final de ensayo se vieron afectados significativamente por la presencia de absorción de cobre en el medio, lo cual mostró un proceso de adaptación y tolerancia al efluente.
- d) De acuerdo a los resultados del ensayo de la fitorremediación se calculó que para el cultivo de sandía se necesita un periodo de 15 días en 1000 litros de agua con 40 kilogramo de lenteja de agua para la remoción de cobre y cumplir con los parámetros establecido para el cultivo de riego.
- e) El tratamiento 4 presento mayor fitotoxicidad en las hojas, seguido del tratamiento 3; y los tratamientos con efluente fitorremediado presentaron niveles bajos de fitotoxicidad en el desarrollo de sus hojas, mientras que los testigo demostraron que cuando una mínima cantidad de cobre existe para el riego esto favorece a que la planta tengan enfermedades y plagas en su proceso crecimiento.
- f) El tratamiento 1 realizado se encuentra por debajo de la norma de legislación internacional en productos alimenticios.
- g) Con los resultados obtenidos en el primer, segundo y tercer objetivo específico se propone un plan de remediación.

5.2. Recomendaciones

- a) Ejecutar los análisis respectivos de cobre para verificar el cumplimiento de las normas del efluente después de la fitorremediación.
- b) Se recomienda para otros tipos de cucurbitáceas por lo similar a la familia que pertenece la sandía.
- c) Desarrolla investigaciones para otros tipos de cultivos y plantas ornamentales.

CAPITULO VI

Bibliografía

- Adams, L.2017. La antracnosis de las cucurbitáceas [En línea]. . Recuperado en:<<https://content.ces.ncsu.edu/la-antracnosis-de-las-cucurbitaceas>>. Consultado el: 21 de septiembre de 2017.
- ArgenBio (Consejo Argentino para la información y desarrollo de la biotecnología). [En línea]. Buenos Aires ,Argentina . Recuperado en: <<http://www.argenbio.org/index.php?action=novedades¬e=202>>. Consultado el: 21 de septiembre de 2017
- Cabezas, E. (2013). Externalidades ambientales en la aplicación de un sistema de ósmosis inversa para potabilización de agua sólo para la ingesta de una localidad turística.[en línea].Argentina. Recuperado en: http://www.edutecne.utn.edu.ar/tesis/tesis_emmanuel_cabezas_frbb.pdf. Consultado el: 21 de septiembre de 2017.
- Chamorro, G. 2012. “Efecto de tres sistemas de poda de formación y tres Densidades de plantación en el comportamiento Agronómico de sandía, variedad charleston gray (citrulluslanatus. Thunb) en la zona de caldera, Carchi. Tesis Tercer Nivel. Imbabura, Ecuador: facultad de ingeniería en ciencias agropecuarias y ambientales; universidad técnica del norte.p.32
- Chingo roque (2015). Propuesta de ósmosis inversa en el tratamiento de agua potable para los pozos del cantón Huaquillas provincia del oro. [en línea]. Oro-Ecuador.Recuperado en:file:///c:/users/loor/downloads/trabajo-de titulaci%c3%b3n-darwin-chingo-roque.pdf Consultado el: 21 de septiembre de 2017.
- Eslao, S. 2013. comportamiento agronómico de los híbridos de sandía (citrullusvulgaris) cazalotype 78.010, 9730 f1, Sharon f1 y quetzali. en el cantón Babahoyo. Tesis Tercer Nivel. Quevedo, Ecuador: ingeniería agropecuaria; universidad técnica estatal de Quevedo.p.4
- Encinas, C. 2005. Evaluación de bacterias Pseudomonas y Bacillus, en plántula de melón y sandía en invernadero . Tesis Tercer Nivel. Obregón, Sonora: Instituto técnico de Sonora.p.12
- Flores, E. (2012).fitorremediación mediante el uso de especies vegetales. En [en línea].Cuenca.Recuperado en: file:///c:/users/loor/downloads/ups-ct002482%20(2).pdf Consultado el: 21 de septiembre de 2017.
- Hiriart,G. (2010). Desalación de agua de mar, efectos de la temperatura y concentración del agua de alimentación en el proceso de desalación por ósmosis inversa. [en línea]. México. Recuperado en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/1224/tesis.pdf?sequence=1> Consultado el: 21 de septiembre de 2017.

- Linares .(2017). [En línea]. Recuperado en: < <https://content.ces.ncsu.edu/marchitez-de-fusarium-en-sandia> >. Consultado el: 21 de septiembre de 2017.
- López,M(2015). Diseño de planta de tratamiento de agua potable por ósmosis inversa para un buque de pasaje. . [en línea]. Pasaje. Recuperado en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/7433/mar%c3%ada%20jos%c3%a9%20l%c3%b3pez%20mart%c3%adn.pdf?sequence=1> Consultado el: 21 de septiembre de 2017.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). [En línea]. San Isidro , Lima . Recuperado en: < http://www.legislacionambientalspda.org.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=399&Itemid=3734>. Consultado el: 21 de septiembre de 2017.
- MAE (Ministerio del Ambiente). [En línea]. Quito, Ecuador. Recuperado en: < <http://www.ingenieroambiental.com/Programas%20de%20Remediacion.pdf> >. Consultado el: 21 de septiembre de 2017.
- Nuez, F.2012.Catalogo de Semilla de Sandia: Enfermedades y Generalidades de la Sandía, Madrid-España.p.25-180
- Pineido, P (2009) estudio del aprovechamiento del rechazo de una planta de ósmosis inversa ubicada en los campamentos de refugiados saharauis de tindouf . [en línea]. Argelia. Recuperado en: <file:///c:/users/loor/downloads/mapi.pinedo.pfc-1.pdf> .Consultado el: 21 de septiembre de 2017
- Reche, J.2010.La Sandia: Generalidad y clima de la Sandía, Madrid-España; Limusa Ediciones.p.262-270
- Sandoval, C. 2015. Intoxicación por metales en peces. *VeHlce*, 1-6
- Sobrino, I.2010.Tratado de Horticultura herbáceas, hortalizas de flor y frutos: Característica botánicas y taxonómica, Barcelona-España; AEDOS editorial.p.25-180
- Valadez, L.2010. Producción de Hortalizas: Generalidad y Botánica de la Sandía, México; Limusa Ediciones.p.233-236
- Volke, 2013. Tecnologías de remediación para suelos contaminados. [En línea]. Recuperado en: < <http://www.inecc.gob.mx/descargas/publicaciones/372.pdf>>. Consultado el: 21 de septiembre de 2017.
- Vera, M. 2017. Pudrición de Sandia [En línea]. . Recuperado en: < <https://www.agroptima.com/blog/como-afecta-gomosis-sandia/>>. Consultado el: 21 de septiembre de 2017.

CAPITULO VII

Propuesta

7. PLAN DE REMEDIACIÓN

7.1. Elaboración del Programa de Remediación

7.1.1. Antecedentes

El agua es uno de los recursos necesarios para todos los seres vivos, optimizar y conservar al máximo el agua nos permite tener un líquido vital saludable para las futuras generaciones y tener un ecosistema acuático diverso. En la actualidad la demanda de este recurso está sufriendo graves problemas de contaminación antropogénica, ocasionando un desequilibrio inestable como lo dice la Red de Acción por los Derechos Ambientales.

La comunidad de Buenos Aires, localizada en el cantón Rocafuerte, en el occidente del Ecuador, es un sitio productivo de arroz, maíz y plátano, forma parte del valle del río Portoviejo en el cual se abastecen de esta agua los agricultores de la zona.

La empresa AQUAHER (PROCESADORA AQUA HEREDIA AQUAHER S.A) es una de las principales debido a la calidad de sus productos que es procesada por ósmosis inversa en consecuencia se puede decir que aproximadamente el 42 % de las embotelladoras de agua de Manabí utiliza su producto.

Esta tecnología potabilizadora no solo genera agua en condiciones óptimas. Por cada litro purificado genera entre 5 y 15 litros de agua de rechazo los que contienen más sales que el agua de captación. Este volumen de agua es vertido al efluente más cercano incumpliendo los límites permisibles de acuerdo a las leyes ambientales.

El problema del efluente de ósmosis inversa afecta a la calidad de agua que se abastece los agricultores de la localidad, la cual si bien recibe contaminante que afectan a sus cultivos disminuye su producción, además por proceso de evaporación del agua contiene micro partícula de sales que se expande en el aire y causa problema en la salud humana.

La toxicidad de las sales cúprica presente en el agua de rechazo causa efecto de bioacumulación en el hígado y las branquias de los peces provocando el incremento del ritmo cardiaco, presión arterial y concentración de lactato y disminución en la tensión de oxígeno. (Sandoval, 2015.p.4)

7.1.2. Objetivos

- Recuperar las condiciones ambientales en el área afectada.

7.1.3. Metodologías Utilizadas

La metodología empleada para la formulación de plan de remediación ambiental en la empresa AQUAHER consto de tres etapas:

-La primera etapa consistió en la recopilación de la información primaria y secundaria de la localización del proyecto.

-La segunda etapa comprendió el análisis de la información y desarrollo de los procedimientos adecuados para tratar el efluente de osmosis inversa.

-La tercera etapa, se formularon los programas de remediación ambiental con sus respectivos procedimientos a ejecutarse.

7.1.4. Procedimientos

Con la finalidad de brindar la respectiva remediación a los impactos generados directamente o indirectamente al ambiente, se aplica las medidas de remediación que a continuación se detallan.

Los mismos pretenden ser lineamientos generales para la aplicación de los procedimientos que deben ser seguidos, para restaurar los efectos probables que han sido identificados.

- Identificar la cantidad de efluente de ósmosis inversa producido en la planta.
- Establecer un sitio adecuado para el almacenamiento del efluente
- Hacer un proceso de verificación mediante análisis del agua almacenada en el tanque.
- Dotar de tres tanque adecuado para el depósito del efluente deben tener las siguientes características:
 - Capacidad de 1000 m3 **Ver Anexos 8**
 - Infraestructura para abasto a tanquero
 - Dispositivo para control y mantenimiento
- El tanque estará constituido acorde con los dispositivos del código ecuatoriano de la construcción y contara con los elementos necesarios que permita solventar la contingencia.
- Se colocara señalética explicativa para los procedimientos para llevarse a cabo para el uso y mantenimiento de los equipos y herramientas a utilizarse.
- Proceso de mantenimiento y limpieza del tanque:
 - Los Tanque será correctamente lavado y desinfectado cada seis meses utilizando para aquellos insumos amigables con el ambiente (Biodegradable).

-Estas labores se realizarán debidamente equipada y el tanque estará vacío se realiza con previo aviso para que este vacío en el momento de la limpieza y evitar la contaminación.

- Un sistema de bombeo estacionario para riego
- Sistema de riego por goteo (tubería principal distribución ,válvula)
- Capacitación a los trabajadores de como ejecutar la fitorremediación.
- El sistema de fitorremediación tendrá las siguiente característica a continuación:

- Condiciones adecuadas.

-El tanque con la capacidad de acuerdo a los cálculos respectivos.

-Por cada 10 litros de efluente se necesita 15 gr de lenteja de agua.

-Si se ejecuta con lechuga de agua se necesita 5 planta por 10 litros de agua.

-El sistema de fitoremediacion tiene un tiempo de duración de 3 días para la lenteja de agua y 4 días para lechuga de agua.

-Cambio de las plantas en el día correspondiente.

-Utilización de la planta de rechazo para abono después de su proceso de secado.

Responsable:

Las personas encargada por la empresa AQUAHER.

Recursos:

Todos los recursos ya sean económico o humano correrán por cuenta de la empresa.

Indicadores:

Verificación de entrega de agua al sistema de riego

Registro mediante lista de chequeo

Medio de Verificación:

Análisis trimestrales

Lista de chequeo

7.1.5. Conclusiones

-Este plan de remediación ambiental permitirá a la empresa AQUEHER esté cumpliendo con los establecido con los planes de manejo ambiental.

-Potencializará la producción agrícola con la utilización del efluente de osmosis inversas por sus beneficios que se obtiene de la fitorremediación.

Podrá instrumentar un área de cultivo de sandía en condiciones apropiadas con eficiente rendimiento que permita el retorno de inversiones.

7.1.6. Recomendaciones

-Ejecutar un proyecto para la instrumentación del sistema tratamiento y la disposición de los diferentes elementos que constituirá el área del cultivo.

-Ejecutar las capacitaciones respectivas para tener mejores resultados de su uso.

7.1.7. Estudio Económico de la Remediación

Para un proceso de remediación es necesario un valor aproximado como se describe a continuación:

ACTIVIDADES	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Análisis de Suelo	Análisis	2	\$10,00	\$60.00
Cambio de la cobertura del Suelo	Suelo	1	\$5	\$50.00
Sistema de Riego	Tuberías	5	\$10	\$50.00
Tanque de Fitorremediación	Madera y Tanque	2	\$100	\$100.00
Análisis de agua	Análisis	22	\$10,00	\$60.00
Semillas	Semillas	18	\$5	\$20.00
Túneles de plástico y Alambra	Plástico y Alambre	6	\$20	\$80
Abonos Completo	Abono	5	\$10	\$25
Abonos orgánicos	Abono	5	\$5	\$15
Fertilizante	Litro	5	\$50	\$50
Análisis de Fito toxicidad	Análisis	18	\$60	\$60
Plan de Remediación	Plan	1	\$300	\$300
Evaluación de los impactos de remediación	Evaluación	4	\$100	\$100
Análisis residual de la sandia	Análisis	18	\$30	\$30
Total				\$1000.00

ANEXOS

Anexos 1
Resultados de ensayo de Fitorremediación
Resultados del tratamiento de Jacinto De Agua

	Muestra Inicial	Muestra Final
ph	8,06	8,4
Turbiedad	2,47	2,01
Conductividad	3130	3760
Salinidad	2,05	2,63
TDS	2030	2445
Dureza Total	1148	1162
Dureza Cálcica		308
%Na Cl		7,4
Cloruro	30,86	218,9
Sulfato	889,5	482,3
Cobre	5,96	2,4
Hierro	0,43	<0,02

Resultado de Lenteja de agua

	Muestra Inicial	Muestra Final
ph	8,06	7,75
Turbiedad	2,47	1,6
Conductividad	3130	3215
Salinidad	2,05	2,41
TDS	2030	2085
Dureza Total	1148	843
Dureza Cálcica		268
%Na Cl		6,3
Cloruro	30,86	264,1
Sulfato	889,5	472,6
Cobre	5,96	0,3
Hierro	0,43	0

Tratamiento Combinado

	Muestra Inicial	Muestra Final
ph	8,06	8,1
Turbiedad	2,47	1,17
Conductividad	3130	3473
Salinidad	2,05	
TDS	2030	2260
Dureza Total	1148	970
Dureza Cálcica		372
%Na Cl		6,8
Cloruro	30,86	200,5
Sulfato	889,5	416,1
Cobre	5,96	0,7
Hierro	0,43	0

Anexo 2



Tratamiento de Lenteja de Agua



Crecimiento y Reproducción de Lenteja de Agua



Ejecutando los Análisis Finales de remoción.





Tratamientos con sus respectivas replica



Ejecutando el proceso de fitorremediación



Preparación del Suelo



Instalación de los túneles de invernadero



Trasplante de la sandía



Crecimiento de la sandía



FloreCIMIENTO



Tratamientos y replicas



Sandias de los tratamientos y replicas

Anexos 3



ANÁLISIS DE ALIMENTOS, AGUAS Y AFINES

INFORME DE RESULTADOS

Orden de trabajo N° 180053
Hoja 1 de 1

NOMBRE DEL CLIENTE: PROCESADORA AQUA HEREDIA AQUAHER S.A.
DIRECCIÓN: Rocafuerte, Sitio Buenos Aires
FECHA DE RECEPCIÓN: 6 de enero del 2018
MUESTRA: Sandía S1
DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA: Sandía entera con cáscara
ENVASE: Caja de cartón
FECHA DE ELABORACION: ---
FECHA VENCIMIENTO: ---
LOTE: ---
FECHA DE REALIZACIÓN DE ENSAYO: 6 - 9 de enero del 2018
REFERENCIA: 180053
MUESTREADO: Por cliente
CONDICIONES AMBIENTALES: 21°C 47%HR

ANALISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	METODO	RESULTADO
Cobre (mg/kg)	APHA 3111 B Modificado	0.276


Dra. Cecilia Luzuriaga
GERENTE GENERAL



El presente informe es válido sólo para la muestra analizada.

Este informe no debe reproducirse más que en su totalidad previa autorización escrita de LABOLAB.

Anexos 4

 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
	Rev. 2	
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 1 de 2

Laboratorio de ensayo acreditado por el SAE con acreditación N° SAE-LEN-16-006

Informe N°: LN-SFA-E17-1801
 Fecha emisión Informe: 06/11/2017

DATOS DEL CLIENTE

Persona o Empresa solicitante: Sofía Briones Muñoz / Agrocalidad Manabí

Dirección: Buenos Aires

Provincia: Manabí

Cantón:
Rocafuerte

Teléfono: 0990881474

Correo Electrónico: sofiyosy@hotmail.com

N° Orden de Trabajo: 13-2017-0483

N° Factura/Documento: 2554

RESULTADOS DEL ANÁLISIS

CÓDIGO DE MUESTRA LABORATORIO	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO DE LA MUESTRA	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDAD	RESULTADO
SFA-17-2129	01.	pH	Potenciométrico PEE/SFA/06 EPA 9045D	---	7,52
		Materia Orgánica*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	1,10
		Nitrógeno*	Volumétrico PEE/SFA/09	%	0,06
		Fósforo*	Colorimétrico PEE/SFA/11	mg/kg	48,3
		Potasio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	1,01
		Calcio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	12,73
		Magnesio*	Absorción Atómica PEE/SFA/12	cmol/kg	4,05
		Hierro*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	32,4
		Manganeso*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	6,28
		Cobre*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	2,90
		Zinc*	Absorción Atómica PEE/SFA/13	mg/kg	< 1,60

Analizado por: Daniel Bedoya, Luis Cacuango, Lucía Quishpe

Nota: El resultado corresponde únicamente a la muestra entregada por el cliente en esta fecha. Está prohibida la reproducción parcial de este informe.



 AGROCALIDAD AGENCIA ECUATORIANA DE ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL AGRO	LABORATORIO DE SUELOS, FOLIARES Y AGUAS Vía Interoceánica Km. 14½ y Eloy Alfaro, Granja del MAGAP, Tumbaco - Quito Teléf.: 02-2372-844/2372-845	PGT/SFA/09-FO01
		Rev. 2
	INFORME DE ANÁLISIS DE SUELO	Hoja 2 de 2

Observaciones:

- Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.
- Las interpretaciones que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA

PARÁMETRO	MO (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (cmol/kg)	Ca (cmol/kg)	Mg (cmol/kg)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
BAJO	< 3,1	0 - 0,15	0 - 10,0	< 0,2	< 5,0	< 1,6	0 - 20,0	0 - 5,0	0 - 1,0	0 - 3,0
MEDIO	3,1 - 5,0	0,16 - 0,3	11,0 - 20,0	0,2 - 0,38	5,0 - 9,0	1,6 - 2,3	21,0 - 40,0	6,0 - 15,0	1,1 - 4,0	3,1 - 6,0
ALTO	> 5,0	> 0,31	> 21,0	> 0,4	> 9,0	> 2,3	> 41,0	> 16,0	> 4,1	> 6,1

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS - REGIÓN COSTA Y SIERRA

	Ácido	Ligeramente Ácido	Prácticamente Neutro	Ligeramente Alcalino	Alcalino
pH	5,5	5,6 - 6,4	6,5 - 7,5	7,6 - 8,0	8,1



AGROCALIDAD
 AGENCIA ECUATORIANA
 DE ASEGURAMIENTO
 DE LA CALIDAD DEL AGRO
 LABORATORIO DE SUELOS,
 FOLIARES Y AGUAS
 TUMBACO - ECUADOR

Q. A. Luis Cacuango

Anexos 5



PROCESADORA AQUA HEREDIA

"AQUAHER S.A."

Dir: Sitio Buenos Aires S/N (Frente a la toma de agua EPAM)

e-mail: aquaher@outlook.com

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Fecha: 17 de marzo del 2017

Lugar de muestreo: Planta AQUAHER

Descripción: Agua de rechazo

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	RESULTADO	UNIDAD
pH	7,66	
Turbiedad	6,09	FNU
Conductividad	2889	μS/cm
Salinidad	2,046	‰
Sólidos disueltos totales	1445	mg/l
Dureza total	964	mg/l
Dureza cálcica	353	mg/l
Alcalinidad (pH 4,3)	324,2	mg/l
Alcalinidad (pH 8,2)	28,43	mg/l
Cloruro	111,38	mg/l
Sulfato	662,5	mg/l
Fosfato	35,44	mg/l
Nitrito	<0,01	mg/l
Sulfuro	<0,04	mg/l
Potasio	37	mg/l
Calcio	141,2	mg/l
Hierro	0,04	mg/l
Cobre	2,08	mg/l
Boro	0,8	mg/l
Manganeso	<0,1	mg/l
Aluminio	<0,01	mg/l
Silice	72,2	mg/l
Nitrógeno amoniacal	<0,01	mg/l

Responsable de laboratorio

Sergio Cedeño



PROCESADORA AQUA HEREDIA

"AQUAHER S.A."

Dir: Sitio Buenos Aires S/N (Frente a la toma de agua EPAM)

e-mail: aquaher@outlook.com

ANÁLISIS DE LABORATORIO

Fecha: 14 de septiembre del 2017

Lugar de muestreo: Planta AQUAHER

Descripción: Agua de rechazo de la unidad de ósmosis inversa

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO	RESULTADO	UNIDAD
pH	8,06	
Turbiedad	2,47	FNU
Conductividad	3130,0	μS/cm
Salinidad	2,05	‰
Sólidos disueltos totales	2030	mg/l
Dureza total	1148	mg/l
Dureza cálcica	350	mg/l
Alcalinidad (pH 4,3)	428	mg/l
Alcalinidad (pH 8,2)	30,86	mg/l
Cloruro	295,63	mg/l
Sulfato	889,5	mg/l
Fosfato	24,82	mg/l
Nitrito	0,02	mg/l
Sulfuro	0,02	mg/l
Potasio	41	mg/l
Hierro	0,43	mg/l
Cobre	5,96	mg/l
Boro	<0,1	mg/l
Bromuro	<0,05	mg/l
Manganeso	<0,1	mg/l
Silice	95,84	mg/l

*Valor estimado a partir de la conductividad.

Sergio Cedeño

Responsable de laboratorio
Sergio Cedeño



Carlos A. Moya P.

BIOQUIMICO - FARMACEUTICO
Telf: 0982552219
camoya12@hotmail.com

INFORME DE PRUEBAS REALIZADAS EN AGUAS RESIDUALES

Atte. Srs. AGUAHER

N° A17-07

Fecha: 09 de octubre del 2017

Día y hora de recepción de muestras: martes 03 (19h00)

ENSAYOS FISICO QUIMICOS

TIPO DE MUESTRA: AGUA RECHAZO PLANTA DE OSMOSIS

ENSAYOS	MUESTRA 2L	MUESTRA R	ESPECIFICACION	UNIDADES
pH		-	6 a 9	U
STD	2240	2100	max: 1600	ppm
COLOR	-	-	max: 15	Pt-Co
OLOR			Caracteristico	-
DQO	15	18	* max: 500	mg/l
DBO5	4	5	* max:250	mg/l
GRASAS		-	max: 70	mg/l
SOLIDOS SUSPENDIDOS		-	max: 220	mg/l
SOLIDOS SEDIMENTABLES		-	max: 20	mg/l
CARGA ORGANICA		-	10% R	%
DETERGENTES		-	0	ppm
CONTAJE TOTAL		-	max: 100	UFC

CONCLUSION: CUMPLEN LA NORMATIVA DE DESCARGA AMBIENTAL

Atentamente,

.....
Dr. Carlos Moya
Mat. Prof: # L5-166-511

4.1.2 Criterios de calidad de aguas para la preservación de flora y fauna en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios

4.1.2.1 Se entiende por uso del agua para preservación de flora y fauna, su empleo en actividades destinadas a mantener la vida natural de los ecosistemas asociados, sin causar alteraciones en ellos, o para actividades que permitan la reproducción, supervivencia, crecimiento, extracción y aprovechamiento de especies bioacuáticas en cualquiera de sus formas, tal como en los casos de pesca y acuicultura.

4.1.2.2 Los criterios de calidad para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, aguas marinas y de estuario, se presentan a continuación (ver tabla 3):

TABLA 3. Criterios de Calidad admisibles para la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Clorofenoles	Concentración total de PCBs.	mg/l	0,5	0,5	0,5
Bifenilos policlorados/PCBs		mg/l	0,001	0,001	0,001
Oxígeno Disuelto		O.D.	mg/l	No menor al 80% y no menor a 6 mg/l	No menor al 60% y no menor a 5 mg/l
Potencial de hidrógeno	pH		6, 5-9	6, 5-9	6, 5-9, 5
Sulfuro de hidrógeno ionizado	H ₂ S	mg/l	0,0002	0,0002	0,0002
Amoniaco	NH ₃	mg/l	0,02	0,02	0,4
Aluminio	Al	mg/l	0,1	0,1	1,5
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05	0,05

Parámetros	Expresados como	Unidad	Límite máximo permisible		
			Agua fría dulce	Agua cálida dulce	Agua marina y de estuario
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	0,1	1,5
Boro	B	mg/l	0,75	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,001	0,005
Cianuro Libre	CN ⁻	mg/l	0,01	0,01	0,01
Zinc	Zn	mg/l	0,18	0,18	0,17
Cloro residual	Cl	mg/l	0,01	0,01	0,01
Estaño	Sn	mg/l			2,00
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2	0,2
Plomo	Pb	mg/l			0,01
Cobre	Cu	mg/l	0,02	0,02	0,05
Cromo total	Cr	mg/l	0,05	0,05	0,05
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001	0,001
Grasas y aceites	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3	0,3
Hydrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5	0,5
Hydrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Concentración total de HAPs	mg/l	0,0003	0,0003	0,0003
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1	0,1
Materia flotante	visible		Ausencia	Ausencia	Ausencia

Anexo 6

Intoxicación por metales en peces

Intoxicación por Cobre

El cobre es considerado un elemento traza esencial para plantas y animales en pequeñas cantidades, siendo un componente de muchos metales o enzimas y pigmentos presentes en la sangre encargados del transporte de oxígeno y requeridos en la síntesis de hemoglobina, sin embargo se vuelve tóxico en la biota acuática cuando los requerimientos biológicos son excedidos. Si bien, los niveles críticos para salmónidos no están bien definidos aún, dado que su toxicidad está modulada por otras variables de calidad de agua, como dureza y materia orgánica, se citan niveles críticos entre 2 y 5 µg/l para aguas blandas. El Ion Cúprico es la principal forma tóxica del cobre, estando unido en agua a componentes orgánicos e inorgánicos puede reducir su concentración y toxicidad sustancialmente. (Sandoval, 2014 a)

El consumo de cobre desde el agua es rápido. En Trucha Arcoiris (*O. mykiss*) el cobre es rápidamente transferido al plasma sanguíneo. (Sandoval, 2014 b)

Efecto de cobre en los peces

El efecto de la sobreexposición de cobre en los peces incluye cambios en el comportamiento, disminución del crecimiento, interferencia en la osmorregulación, capacidad reproductiva, interrupción de la actividad enzimática y mortalidad de alevines y adultos en altas concentraciones. (Sandoval, 2014 c)

El cobre tiene un pequeño efecto sobre el transporte de calcio a través de las branquias de *O. mykiss*, pero inhibe el influjo de sodio y estimula el eflujo de sodio. (Sandoval, 2014 d)

La exposición de cobre resulta en toxicidad respiratoria: ritmo cardiaco, incremento en la presión arterial y concentración de lactato y disminución en la tensión de oxígeno. (Sandoval, 2014 e)

Afectando el consumo de oxígeno en periodos cortos en carpa común y decreciendo la excreción de amonio. (Sandoval, 2014 f)

A nivel sanguíneo bajos conteos de glóbulos rojos, glóbulos blancos, hematocrito y una disminución gradual de la capacidad de transporte de oxígeno son el resultado de una exposición subletal de cobre en bagre asiático, esto puede desembocar en

insuficiencia respiratoria La exposición de cobre daña la superficie de los eritrocitos. (Sandoval, 2014 g)

El hígado y las branquias son los órganos que acumulan la mayoría del cobre. (Sandoval, 2014 h)

El cobre reduce el consumo de alimento en algunas especies como Trucha Arco Iris y alevines de Salmón del Atlántico. Esta falta de alimentación podría resultar en pobre crecimiento. (Sandoval, 2014 i)

La exposición de cobre también provoca cambios a nivel de órganos olfatorios en *O. mykiss*, incrementando las células globet y células mucosas. (Sandoval, 2014 j)

Efecto de Cobre en cultivo

El cobre es un elemento esencial para la vida de la planta, pero de acuerdo a la US EPA, concentraciones de 100 a 1000 µg/L en soluciones de nutrientes han sido encontrados tóxicas para un gran número de plantas. (Cordero, 1979 a)

El cobre interfiere con la permeabilidad de la membrana de lo cloroplastos, limitando la entrada y transporte a los orgánulos celulares. (Cordero, 1979 b)

Anexo 7

El Azufre como Agente de Defensa Contra Plagas y Enfermedades

El azufre juega un papel importante en los mecanismos de defensa de las plantas contra plagas y enfermedades. Las plantas contienen una diversidad de metabolitos secundarios y muchos de ellos tienen azufre en su estructura. Dichos compuestos pueden estar en forma activa o como precursores inactivos, estos últimos activándose mediante la acción de enzimas cuando existe el ataque de algún patógeno o cuando se dañan los tejidos mecánicamente. Asimismo, aminoácidos como la cisteína, cistina y metionina contienen azufre en su composición. La cisteína actúa en la síntesis de compuestos de defensa como glucosinolatos o fitoalexinas.

Modo de acción

El uso de azufre como fungicida tiene mucho tiempo, pero poco se conoce respecto a su modo de acción. Respecto a esto y de acuerdo con Williams y Cooper (2004)

las hipótesis más aceptadas son: Figura 1. Resistencia a tres diferentes hongos en las plantas deficientes de azufre y con nivel adecuado de azufre. Fuente: Dubuis et al., 2005. Las células de los hongos son permeables al azufre, el cual en el citoplasma afecta la cadena respiratoria mitocondrial. Puede haber transferencia de iones hidrogeno al azufre, en lugar de transferencia al oxígeno, produciendo sulfito de hidrogeno tóxico. El azufre puede oxidar rápidamente grupos sulfidrílicos protéicos y no protéicos. Este fenómeno puede alterar el flujo de electrones en la cadena respiratoria y, consecuentemente, la fosforilación oxidativa, resultando en fungotoxicidad. Un mecanismo de defensa de la planta contra los patógenos es la liberación de sulfuro de hidrogeno. Es posible que la acumulación de azufre este asociado a una respuesta de hipersensibilidad de la planta al patógeno, controlada por la expresión de muchos genes. El azufre aplicado a la hoja puede ser absorbido y metabolizado actuando como agente de defensa contra los patógenos o bien puede convertirse en sulfato u otros compuestos de azufre.

Dosis de aplicación

La dosis de azufre recomendada es de 6 Kg./ha., la que debe ser aplicada cuando existan las condiciones propicias para la aparición de la enfermedad (humedad y temperatura), procurando.

Realizar la aplicación lo más rápido posible una vez detectada la existencia de condiciones ambientales adecuadas para la proliferación de este patógeno. El efecto del tratamiento recomendado para el control de venturia no perdura en el tiempo, por lo que cada vez que existan condiciones ambientales favorables para este patógeno (agua libre y temperaturas moderadas, producidas generalmente por lluvia o neblina) se debería hacer la aplicación recomendada.

En el caso que existan precipitaciones iguales a 25 mm con temperatura mayores a 12° C aumentar la dosis de azufre a 8 Kg./ha, sin embargo a temperaturas sobre 25°.C. causa la quemazón de hojas a esa dosis. La dosificación del agua debe hacerse de acuerdo con lo normalmente usado en el huerto (1000 a 1500 lt/ha) (Maule, 2014)

Anexo 8

Calculo para tanque del sistema de fitorremediación

Genera 100 m³ → agua tratada

Si genera una media de 10 l para c/litro de agua purificada entonces se generan 1000 m³ de agua de rechazo en el proceso

Anexo 9

Esquema del Plan de remediación ambiental en la Planta AQUAHER

