



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE CARRERA: MEDIO AMBIENTE

**INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA EN MEDIO
AMBIENTE**

MODALIDAD:

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**EVALUACIÓN DEL POLVO DE MORINGA (*M. oleífera*) PARA
REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN AGUA
RESIDUAL DEL CAMAL MUNICIPAL DE CALCETA**

AUTORES:

**VERA BRAVO KATHERINE ELIZABETH
ZAMBRANO ZAMBRANO MARICELA MARGARITA**

TUTORA:

ING. HOLANDA TERESA VIVAS SALTOS MG.

CALCETA, ABRIL 2019

DERECHOS DE AUTORÍA

MARICELA MARGARITA ZAMBRANO ZAMBRANO y KATHERINE ELIZABETH VERA BRAVO, declaramos 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 he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

VERA BRAVO KATHERINE E.

ZAMBRANO ZAMBRANO MARICELA M.

CERTIFICACIÓN DE TUTORA

ING. HOLANDA TERESA VIVAS SALTOS, certifica haber tutelado el proyecto **EVALUACIÓN DEL POLVO DE MORINGA (*M. oleífera*) PARA REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN AGUA RESIDUAL DEL CAMAL MUNICIPAL DE CALCETA**, que ha sido desarrollada por **VERA BRAVO KATHERINE ELIZABETH Y ZAMBRANO ZAMBRANO MARICELA MARGARARITA**, previa la obtención del título de Ingeniera en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE LA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. HOLANDA TERESA VIVAS SALTOS

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el trabajo de titulación **EVALUACIÓN DEL POLVO DE MORINGA (*M. oleífera*) PARA REMOCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES EN AGUA RESIDUAL DEL CAMAL MUNICIPAL DE CALCETA**, que ha sido propuesto, desarrollado por **VERA BRAVO KATHERINE ELIZABETH Y ZAMBRANO ZAMBRANO MARICELA MARGARITA**, previa la obtención del título de Ingeniera en Medio Ambiente, de acuerdo al **REGLAMENTO PARA LA ELABORACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

ING. JUAN CARLOS LUQUE VERA, Ph.D.
MIEMBRO

ING. SERGIO ALCIVAR PINARGOTE, M.Sc
MIEMBRO

ING. AGUSTÍN LEIVA PÉREZ Ph.D.
PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A Dios, por estar siempre a mi lado dándome fortaleza y sabiduría para lograr cada meta.

A mis Padres que con su apoyo incondicional me han enseñado que nunca se debe dejar de luchar por lo que se desea alcanzar, ya que siempre tienen las palabras exactas para darme las fuerzas que necesito para seguir adelante.

Al Ingeniero Fabián Peñarrieta por su apoyo y dedicación, ya que siempre estuvo dispuesto a ayudarnos a lo largo de este proceso.

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

VERA BRAVO KATHERINE E.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día.

A Dios por la bendición de haber puesto a las personas correctas en cada etapa de este proyecto.

Al Ing. Fabián Peñarrieta por su apoyo incondicional a lo largo de esta investigación.

A nuestra tutora Ing. Teresa Vivas, por el asesoramiento brindado a lo largo del trabajo de titulación, al personal de laboratorio de Química Ambiental del área agroindustrial, por la predisposición y ayuda prestada en la utilización del mismo, para el desarrollo de la parte experimental del trabajo de titulación.

ZAMBRANO ZAMBRANO MARICELA M.

DEDICATORIA

A mis padres, por estar conmigo, por enseñarme a crecer, por apoyarme y guiarme, por ser los pilares fundamentales que me ayudaron a lograr esta meta.

El presente trabajo es dedicado a toda mi familia y a mi hijo ellos han sido parte fundamental en este proceso, y principales protagonistas de este “meta alcanzada”.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

VERA BRAVO KATHERINE ELIZABETH

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres, Calixto Zambrano y Clara Zambrano, por su apoyo constante e incondicional y por ser los pilares fundamentales a lo larga de esta etapa, a mis hermanas por siempre ayudarme y darme una palabra de aliento, a mi abuelita Ángela Muñoz, por su eterno apoyo e interés en saber de mi carrera, en fin, a toda mi familia por siempre estar ahí, en los buenos y malos momentos de mi vida.

ZAMBRANO ZAMBRANO MARICELA MARGARITA

CONTENIDO GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	ii
CERTIFICACIÓN DE TUTORA	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vii
CONTENIDO GENERAL	ix
CONTENIDO DE CUADROS Y FIGURAS	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN	2
1.3 OBJETIVOS	3
1.3.1 OBJETIVO GENERAL	3
1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	3
1.4 HIPÓTESIS	3
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. FLOCULANTES NATURALES.....	4
2.2. COAGULACIÓN.....	4
2.3. FLOCULACIÓN.....	5
2.1.1 FLOCULACIÓN PERICINÉTICA.....	5
2.1.2 FLOCULACIÓN ORTOCINÉTICA.....	5
2.1.3 FLOCULANTES MINERALES.....	6
2.1.4 FLOCULANTES ORGÁNICOS NATURALES.....	6
2.1.5 FLOCULANTES ORGÁNICOS DE SÍNTESIS	6
2.4. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	6
2.5. SEDIMENTACIÓN	7
2.6. COLOR	8
2.7. TURBIDEZ.....	8
2.8. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA SOBRE LA MORINGA (<i>M. OLEÍFERA</i>)	8
2.9. SEMILLAS DE MORINGA (<i>M. OLEÍFERA</i>) COMO COAGULANTE.....	9
2.10. AGUAS RESIDUALES DE UN CENTRO DE FAENAMIENTO	10
2.11. PARÁMETROS DE CONTAMINACIÓN CARACTERÍSTICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LOS CENTROS DE FAENAMIENTO	11
2.12. PROCESOS QUE SE LLEVAN A CABO EN LOS CENTROS DE FAENAMIENTO	12
2.12.1. RECEPCIÓN DE ANIMALES Y LAVADOS DE CAMIONES	12
2.12.2. TABULACIÓN.....	12
2.12.3. ATURDIDO	12
2.12.4. SANGRADO	12
2.12.5. ESCALDADO.....	12
2.12.6. DEPILADO.....	12

2.13. EFICIENCIA DE LA MORINGA DE SST EN AGUAS RESIDUALES DE CAMAL	13
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	14
3.1. UBICACIÓN.....	14
3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO	14
3.3. VARIABLES DE ESTUDIO.....	15
3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	15
3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE.....	15
3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS.....	15
3.5. CUADRO DE VARIANTES.....	15
3.6. MÉTODO	16
3.7. TÉCNICA	16
3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	16
3.10. UNIDAD EXPERIMENTAL.....	17
3.11. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	17
3.12. PROCEDIMIENTO DEL PROYECTO	18
3.12.1. FASE 1. APLICACIÓN DEL POLVO DE MORINGA, COMO COAGULANTE A LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CALCETA.....	18
ACTIVIDAD 1. DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL EFLUENTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL	18
ACTIVIDAD 2. RECOLECCIÓN DE LAS SEMILLAS DE MORINGA (<i>M. OLEÍFERA</i>).....	18
ACTIVIDAD 3. OBTENCIÓN DEL POLVO DE LA SEMILLA DE MORINGA (<i>M. OLEÍFERA</i>) Y EXTRACCIÓN DE LA PROTEÍNA CATIONICA	18
3.12.2. FASE 2. DETERMINAR LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE SST, TURBIDEZ Y COLOR DE DIFERENTES DOSIS DE COAGULANTE.....	21
ACTIVIDAD 4. RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL ...	21
ACTIVIDAD 5. APLICACIÓN DE LA PRUEBA DE JARRAS O JAR TEST	21
ACTIVIDAD 6. DETERMINACIÓN DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES, TURBIDEZ Y COLOR.....	22
ACTIVIDAD 7. DETERMINAR LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN	22
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
4.1 APLICACIÓN DEL POLVO DE MORINGA, COMO COAGULANTE A LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CALCETA.....	23
4.1.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL EFLUENTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO DE FAENAMIENTO	23
4.1.2 OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DEL POLVO DE LA SEMILLA DE MORINGA (<i>M. OLEÍFERA</i>).....	24
4.1.3 CARACTERIZACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE SST, TURBIDEZ Y COLOR DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN BOLÍVAR.....	25
4.2 DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE SST, TURBIDEZ Y COLOR EN DIFERENTES DOSIS DE COAGULANTE	26
4.2.1 CÁLCULO DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN	29
4.2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA REMOCIÓN DE COLOR, TURBIDEZ Y SST.....	30
4.2.3. CÁLCULO ANOVA DE EFICIENCIA DE REMOCIÓN	32

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1. CONCLUSIONES.....	34
5.2. RECOMENDACIONES	34
BIBLIOGRAFÍA.....	35
ANEXOS.....	39

CONTENIDO DE CUADROS

CUADRO 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE CENTROS DE FAENAMIENTO.....	10
CUADRO 2.2. COMPOSICIÓN AGUA RESIDUAL DE UN CENTRO DE FAENAMIENTO.....	11
CUADRO 3.1. CARACTERÍSTICAS DE LA UBICACIÓN.....	14
CUADRO 3.2. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES Y SUS INDICADORES A UTILIZAR.....	15
CUADRO 3.3. DOSIS DE (M. OLEÍFERA) Y VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL UTILIZADO EN LOS TRATAMIENTO	16
CUADRO 3.4. FACTORES A CONSIDERAR EN LA EXPERIMENTACIÓN.....	17
CUADRO 3.5. PARÁMETROS DE CONTROL EN EL DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
CUADRO 3.6. ANOVA SIMPLE (UNIFACTORIAL).....	17
CUADRO 4.1. FICHA TÉCNICA DE SITUACIÓN ACTUAL DEL CENTRO DE FAENAMIENTO MUNICIPAL DE BOLÍVAR.....	23
CUADRO 4.2. CARACTERIZACIÓN DEL AGUA RESIDUAL DEL CAMAL MUNICIPAL.....	25
CUADRO 4.3. PORCENTAJES DE REMOCIÓN DE SST.....	26
CUADRO 4.4. PORCENTAJES DE REMOCIÓN DE TURBIDEZ.....	27
CUADRO 4.5. PORCENTAJES DE REMOCIÓN DE COLOR.....	28
CUADRO 4.6. PROMEDIO DE LAS DOSIS DE MORINGA APLICADA A LA REMOCIÓN DE COLOR, TURBIEDAD Y SST.....	29
CUADRO 4.7. ANÁLISIS DE LA VARIANZA SST.....	30
CUADRO 4.8. ANÁLISIS DE LA VARIANZA TURBIDEZ.....	30
CUADRO 4.9. ANÁLISIS DE LA VARIANZA COLOR.....	31
CUADRO 4.10. ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LA REMOCIÓN A PARTIR DE DOSIS DE POLVO DE MORINGA.....	332

CONTENIDO DE FIGURAS

FIGURA 3.1. UBICACIÓN DONDE SE DESARROLLÓ LA INVESTIGACIÓN. FUENTE: (GOOGLE EARTH, 2018).....	14
FIGURA 3.2. FLUJOGRAMA DE OBTENCIÓN DEL POLVO DE MORINGA (M. OLEÍFERA) Y EXTRACCIÓN DE LA PROTEÍNA CATIÓNICA.....	20
FIGURA 4.1. MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE SST.....	30
FIGURA 4.2. MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE TURBIDEZ.....	31
FIGURA 4.3. MEDIAS DE LOS TRATAMIENTOS PARA LA VARIABLE COLOR.....	32

RESUMEN

Mediante el presente estudio se analizó la eficiencia del polvo de la semilla del árbol (*M. oleífera*) como sustancia coagulante en tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio. Para ello se realizaron pruebas de coagulación/floculación, en un jar test, adicionando dosis predeterminadas del coagulante de origen natural Moringa Oleífera, que se obtuvo mediante la pulverización de semillas y extracción de su polvo. La muestra de agua residual se tomó a la salida de la central de sacrificio para previo tratamiento. En cada ensayo realizado se hicieron 3 repeticiones a cada tratamiento, se midió turbiedad, color y SST, antes y después de cada prueba, con el fin de calcular la remoción obtenida. Las dosis aplicadas fueron (T1) 7500 mg/l, (T2) 10000 mg/l y (T3) 12000 mg/l. Los resultados muestran que con una aplicación de dosis óptima del polvo (*M. oleífera*) de 10000 mg, se pudo lograr una eficiencia de remoción en color 13%, turbidez 6% y los SST 41%.

PALABRAS CLAVES

Coagulación, Floculación, Centro de faenamiento, Remoción

ABSTRACT

Through the present study the efficiency of the tree seed was analyzed (*M. oleifera*) as a coagulant substance in the treatment of wastewater from a slaughterhouse. To this end, coagulation / flocculation tests were carried out in a jar test, adding predetermined doses of the coagulant of natural origin Moringa Oleifera, which was obtained by spraying seeds and extracting their powder. The residual water sample was taken from the slaughterhouse outlet for previous treatment. In each test, 3 repetitions were made to each treatment, turbidity, color, SST were measured before and after each test, in order to calculate the removal obtained. The doses applied were (T1) 7500 mg/l, (T2) 10000 mg/l and (T3) 12000 mg/l. The results show that with an application of optimum dose of the powder (*M. oleifera*) of 10000 mg, it was possible to achieve a removal efficiency in color 13%, turbidity 6% and SST 41%.

KEYWORDS

Coagulation, Flocculation, Slaughtering center, Removal.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las aguas residuales son una gran problemática ya que en casi la totalidad de los países no se da un tratamiento adecuado, la cantidad de agua contaminada varía dependiendo de las características del porcentaje y tipo de desechos presentes (Lizarazo y Orjuela, 2013).

El faenamiento es una actividad que presenta significativos problemas ambientales, ya que los mataderos utilizan grandes volúmenes de agua que se transforman en vertidos líquidos con una alta carga contaminante, originada principalmente por SST y la degradación de la materia orgánica (Muñoz M. , 2005). La principal fuente de contaminación de las aguas residuales de un camal se origina de las heces, orina, sangre, pelusa, residuos de la carne y grasas, alimentos no digeridos por los intestinos de los animales sacrificados y de vapor condensado procedente del tratamiento de los despojos (Briceño y Castillo, 2009).

Las aguas residuales de camal poseen una elevada concentración de SST y en consecuencia aumenta la turbidez, color y materia orgánica, tanto disuelta como en suspensión que está constituida por proteínas o sub productos de descomposición, como ácidos orgánicos volátiles, aminas, y otros compuestos orgánicos nitrogenados. Estas también tienen una concentración importante de aceites, detergentes y grasas que pueden interferir gravemente en su tratamiento (Borges, Rojas, Novelo, Rodríguez, & Canul, 2012). Se estima que entre el 25% – 55% del total de la carga contaminante de los vertidos de los mataderos, medida en DBO5, son arrastradas por las aguas de limpieza.

Las aguas residuales, debido a la gran cantidad de SST, turbidez y color, al ser expulsadas directamente al sistema de alcantarillado sin ningún tratamiento generan gran contaminación a dichas aguas. El polvo de la moringa, además de ser de origen natural actúa como coagulante y floculante atrapando la materia orgánica y sólidos suspendidos presentes en aguas residuales.

Es por ello que los autores de esta investigación plantean la siguiente pregunta.

¿Cómo influye la aplicación del polvo de moringa en el contenido de sólidos suspendidos totales (SST), turbidez y color de las aguas residuales del Camal Municipal de Calceta?

1.2 JUSTIFICACIÓN

El agua superficial y residual se considera como materia prima y un recurso que requiere de tratamientos y como tal es aprovechable en todas sus fases (Paixao, 2005).

Este trabajo se realiza de acuerdo al Objetivo 3 del plan nacional toda una vida, el cual se refiere a; Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones (Senplades, 2017). A pesar de los recientes avances en el estudio de métodos alternativos para el tratamiento de aguas residuales, aún existe la necesidad de llevar a cabo nuevos estudios sobre coagulantes-floculantes efectivos, económicos, inocuos y para remover las altas cargas orgánicas que poseen las aguas residuales (Arias, Hernández, Castro y Sánchez, 2017).

Las semillas de la moringa contienen algunas proteínas funcionales de alto valor con capacidad coagulante, esta tecnología se ha fusionado con el tratamiento de aguas, ya que la falta de agua dulce en el planeta es una problemática causada principalmente por la contaminación del medio natural. La moringa además de ser biodisponible y muy eficiente en cuanto a clarificación del agua, presenta propiedades desinfectantes y actúa en forma de enredadera a causa de la unión de iones bivalentes los cuales forman una red atrapando la materia orgánica (Sánchez, Ávila, García, y Rodríguez, 2013).

Los estudios de moringa se han incrementado en los últimos años debido a su extraordinario potencial ecológico destacando que en esta planta se encuentran todos los aminoácidos (Bonal, Rivera y Bolívar, 2012). La investigación, busca una alternativa de origen natural y económico para la remoción de SST en aguas residuales del centro de faenamiento, mediante el uso de un polímero que aporte al desarrollo sostenible, sustentable, socio ambiental de la humanidad utilizando el polvo de la semilla de moringa (*M. oleífera*).

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la aplicación de polvo de la semilla de moringa (*M. oleífera*) en la remoción de sólidos suspendidos totales (SST), turbidez y color de las aguas residuales del Camal Municipal de Calceta.

1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Aplicar polvo de moringa, a las aguas residuales del Camal Municipal de Calceta.
- Determinar la eficiencia de remoción de sólidos suspendidos totales (SST), color y turbidez con diferentes dosis de coagulantes.

1.4 HIPÓTESIS

El polvo de la semilla de moringa (*M. Oleífera*) tendrá una remoción mayor al 80% en SST, turbidez y color en aguas residuales del Camal Municipal de Calceta.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. FLOCULANTES NATURALES

Tienen gran potencial debido a que son biodegradables y no generan daños al medio ambiente, la mayoría son de origen vegetal y presentan en su composición agentes coagulantes activos como carbohidratos, taninos y proteínas. En los estudios realizados actualmente la semilla más usada para tratamientos de aguas es la *Moringa oleifera*, gracias a sus componentes activos, los cuales son proteínas catiónicas de diferentes pesos moleculares, además poseen capacidad antimicrobiana (Gassenschmidt, et al., 1995 y Okuda et al., 2001). Citado por (Bravo, 2017).

2.2. COAGULACIÓN

Según Gao *et al.*, (2002), citado por Caldera, Mendoza y Fuentes (2007) la coagulación se utiliza comúnmente en el tratamiento de aguas para la remoción de impurezas coloidales y disueltas, aportando a la agregación de flóculos que pueden eliminarse en procesos subsiguientes.

Los coagulantes pueden ser inorgánicos, polímeros orgánicos sintéticos y naturales. Los más usados son: sulfato de hierro, sulfato de aluminio y cloruro férrico.

Este proceso es consecuencia de dos aspectos; Uno químico, que forma partículas hidrolizadas con carga positiva, dependiendo de la concentración del coagulante y pH. Y otro físico, que arrastra las partículas hidrolizadas para juntarse con las impurezas.

Según Anónimo. (2003), citado por (Acosta (2006) el coagulante en el agua, se hidroliza y produce la desestabilización de las partículas, normalmente con carga positiva, en la neutralización de las cargas, o por interacción con iones disponibles. Esta teoría química se sustenta en la estabilidad de los coloides.

2.3. FLOCULACIÓN

Según Edeline, (1990), citado por (Cárdenas, 2000) la floculación es el proceso que consiste en el movimiento de la masa coagulada permitiendo el desarrollo y aglutinamiento de los flóculos recién hechos, e incrementando el peso que se necesita para llevar a cabo el proceso de sedimentación. Los flóculos pequeños se unen formando aglomerados que logran sedimentar. Un mezclado lento favorece la floculación y permite unir de a poco los flóculos, además un mezclado muy abrupto los daña, haciendo muy difícil devolverlos a su forma natural y fuerza óptima. Este proceso extiende el tamaño de las partículas, y su peso específico aumenta.

Los tipos de floculación son:

2.1.1 FLOCULACIÓN PERICINÉTICA

Es producida por el desplazamiento natural de las moléculas de agua, se induce por la energía térmica, también se lo conoce como el movimiento browniano. (Edeline, 1990), citado por (Cárdenas, 2000).

2.1.2 FLOCULACIÓN ORTOCINÉTICA

Dado en las colisiones de partículas producidas por el movimiento del agua, se induce por una energía externa a la masa de agua y puede ser mecánico o hidráulico. Luego de coagulada el agua viene la aglomeración de los microflóculos, primero debe realizarse la floculación pericinética y después la floculación ortocinética (Edeline, 1990), citado por (Cárdenas, 2000).

Según Desjardins, (1992) citado por (Cárdenas, 2000) establece los siguientes parámetros para el proceso de floculación:

- Floculación Ortocinética.
- Gradiente de Velocidad.
- Número de colisiones.
- Tiempo de retención.
- Densidad y tamaño de floculación.
- Volumen de lodo.

Los floculantes son polielectrólitos con pesos moleculares muy altos, se conocen como moléculas orgánicas hidrosolubles originadas por capas (monómeros), dispuestos en cadena. Se encuentran de tipo mineral, orgánico natural y orgánico de síntesis.

Se distinguen 3 tipos de floculantes:

2.1.3 FLOCULANTES MINERALES

Se encuentran en la sílice activada, y se preparan antes de su uso, hay que ser muy cuidadoso ya que se puede gelatinizar. Crea una cierta neutralización de la alcalinidad de silicato de sodio en solución (Desjardins, 1992), citado por (Cárdenas, 2000).

2.1.4 FLOCULANTES ORGÁNICOS NATURALES

El origen de los floculantes orgánicos se da partir de sustancias animales o vegetales (Desjardins, 1992), citado por (Cárdenas, 2000).

2.1.5 FLOCULANTES ORGÁNICOS DE SÍNTESIS

Su uso es muy frecuente, son moléculas grandes de una cadena larga, son producto de la unión de monómeros sintéticos con gran masa molecular de hasta 107 gr. /mol (Desjardins, 1992), citado por (Cárdenas, 2000).

2.4. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

La palabra sólidos hace referencia la materia suspendida o disuelta en un medio acuoso. Para la determinación de sólidos disueltos totales se mide el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos) a través de una membrana con poros de 2.0 μm (o más pequeños).

Los SST son parámetros utilizados en los tratamientos de aguas y la evaluación de la calidad de agua. Establecen la cantidad de sólidos (medidos habitualmente en miligramos por litro - mg/l), presentes, en suspensión (Severiche, 2013)

Los residuos no filtrables o los SST de una muestra en el agua natural, residual industrial o doméstica, se los definen como la fracción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que se secará a 103-105°C hasta un peso constante (Severiche, 2013).

Según la sedimentabilidad los sólidos se clasifican en:

- **Sólidos en suspensión o suspendidos (SS):** (33 %) se basa en la retención de partículas a través de un filtro y se clasifican en Sólidos Sedimentables o Coloidales (D'angelo M, 2016).
- **Sólidos Sedimentables:** tienen la capacidad de decantar o flotar con el agua en reposo, se pueden eliminar fácilmente mediante procesos físicos o mecánicos (D'angelo M, 2016).
- **Sólidos Coloidales:** Son los que no se sedimentan ni flotan si el agua está en estado de reposo, o en un tiempo computable. No pueden ser eliminados por métodos físicos o mecánicos, obligando a utilizar un proceso de coagulación y floculación (D'angelo M, 2016).
- **Sólidos Disueltos:** (90 %) las técnicas anteriores no son efectivas para eliminarlos, sino a través de cambios de temperatura, efectos quelantes, pH, etc. O través de sistemas de membranas, ósmosis inversa, nanofiltración, ultrafiltración (D'angelo M, 2016).

La clasificación de los sólidos por su volatilidad es la siguiente:

- **Sólidos Fijos:** Son los que permanecen en el agua después de una calcinación a 550 °C, durante una hora (D'angelo M, 2016).
- **Sólidos Volátiles:** Son los que no quedan después de la calcinación anterior, y se calculan restando a los totales los fijos (D'angelo M, 2016).

2.5. SEDIMENTACIÓN

Es el proceso por el cual el material sólido, transportado por una corriente de agua, se deposita en el fondo de un río, embalses, canal artificial u otros tipos de caudal (Perez, 2005).

Este es en esencia un fenómeno físico, cuando se produce la sedimentación de una suspensión de partículas el resultado final será siempre un fluido clarificado y un lodo más o menos espeso con elevado porcentaje de sólidos (Diaz, 2011).

Las partículas en suspensión sedimentan en diferente forma, dependiendo de las características de las partículas, como de su concentración (Maldonado, s.f).

2.6. COLOR

El agua depende de sustancias que se encuentran disueltas, como de las partículas que se encuentren en suspensión. Se clasifica como “color verdadero” al que depende solamente el agua y sustancias disueltas, mientras que el “aparente” incluye las partículas en suspensión que a su vez generan turbidez como son las sustancias húmicas procedentes de los ácidos húmicos y fúlvicos, así como por la presencia de ciertos metales como hierro, manganeso, cobre, materia orgánica que se encuentran disueltos o en suspensión (Gayenola, 2017).

2.7. TURBIDEZ

Reducción de la transparencia del agua causada por la presencia de materia sin disolver. Los niveles altos de turbidez pueden ser causados por partículas suspendidas en el agua tales como tierra, sedimentos, aguas residuales y plancton. Las aguas residuales son el resultado de las descargas de agua y los altos niveles de plancton que pueden deberse a nutrientes excesivos en el agua (Guzman, Villabona, Tejada y Garcia, 2013).

2.8. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA SOBRE LA MORINGA (*M. oleífera*)

Es un árbol procedente del sur del Himalaya, que se ha expandido a otras partes del mundo como el sudeste asiático, Asia Occidental, Península Arábiga, África del Este y del Oeste, sur de la Florida, Caribe, Centroamérica y gran parte de América del Sur. La moringa en América tropical generalmente es cultivada como planta ornamental, se cree que fue traída desde la India a África por los colonizadores ingleses para que después sea introducida por los franceses en El Caribe y de allí a Centroamérica (Ruiz, et al., 2012).

Según la APG (2009) Citado por (Ruiz, et al., 2012) la moringa pertenece a la familia Moringaceae, un grupo pequeño de plantas dentro del inmenso orden Brassicales que incluye la familia de la col y del rábano, junto con la familia del mastuerzo y de las alcaparras.

El mismo auctor expresa que el nombre de la moringa se deriva de la palabra Tamil Murungai de la India, está conformada por 13 especies de los climas

tropicales y subtropicales, su tamaño varía desde pequeñas hierbas hasta árboles inmensos. La moringa es la especie más cultivada. La *Moringa stenopetala* es una especie ampliamente cultivada en africa, pero con una extension mucho menor que la oleífera.

La clasificación científica de la moringa es la siguiente:

Reino: Plantae

Orden: Brassicales

Familia: Moringaceae

Género: Moringa

2.9. SEMILLAS DE MORINGA (*M. oleífera*) COMO COAGULANTE

Un agente activo presente en las semillas de moringa (*M. oleífera*), puede llegar a desarrollar su uso como coagulante alternativo en el tratamiento de aguas. Ciertos estudios realizados acerca de esta semilla, han demostrado que contiene péptidos catiónicos con un peso molecular entre 6 y 16 KDa (Kilodalton).

Resultados de laboratorio manifiestan que 9 de los 17 aminoácidos caracterizados en el agente activo de las semillas de (*M. oleífera*) tienen grupos radicales polares (Campos, Da Silva y Ferreira, 2013) (Serina, Treonina, Tirosina, Cisteína, Histidina, Arginina, Lisina, Ac. Aspártico y glutamina), y les corresponde un 4,135% p/p; son hidrófilos, y se asocian con el agua dependiendo de la carga de cada uno de ellos. Los aminoácidos sin carga (Cis, Tir, Ser y Tre) tienen debilidad polar. Los aminoácidos con carga positiva (Lis, His y Arg) tienen una fuerte polaridad, facilitando su hidratación por el entorno acuoso que los circunda cuando se encuentran en la superficie de las proteínas, y los de carga negativa (Asp y Glu) que también son hidrófilos y cuentan con las mismas características.

La presencia de estos aminoácidos determina que el agente activo de las semillas de (*M. oleífera*) es un polielectrólito que contiene carga positiva y negativa, facilitando su interacción con las partículas coloidales que están relacionadas con la turbiedad en aguas, aportando al proceso coagulación-

floculación y provocando la formación de un puente químico que una y promueva el crecimiento de partículas para su posterior precipitación (Campos *et al.*, 2013).

2.10. AGUAS RESIDUALES DE UN CENTRO DE FAENAMIENTO

Las aguas residuales de matadero poseen una elevada concentración de materia orgánica, tanto disuelta como en suspensión, que fundamentalmente está constituida por proteínas y sus productos de descomposición, como ácidos orgánicos volátiles, aminas y otros compuestos orgánicos nitrogenados. Las aguas residuales de matadero también tienen una concentración importante de grasas, que pueden interferir gravemente en su tratamiento biológico, así como una concentración variable de productos lignocelulósicos (Díaz y Pozo, 2000) Citado por (Espinoza, 2011). Las características de las aguas residuales de matadero dependen de los siguientes factores:

- ❖ Tipo de animal sacrificado (ganado bovino, ganado porcino etc.)
- ❖ Grado de procesado; en particular de estómagos, rumen e intestinos (tripería) y de la posible elaboración de harinas (rendering-plant). El contenido rumenal por lo general se gestiona como subproducto sólido, sin embargo, por lo general el contenido de los estómagos y las mucosidades intestinales se incorpora a las aguas residuales.
- ❖ Equipamiento de retención de líquidos y sólidos.
- ❖ Protocolo de limpieza y uso de agua.

El cuadro 2.1. Expresa las principales características de las aguas residuales de matadero (Díaz y Pozo, 2000) citado por (Espinoza, 2011).

Cuadro 2.1. Características de las aguas residuales de centros de faenamiento.

PARAMETRO	FUENTE DE CONTAMINACIÓN
Materia orgánica (DQO COT)	Sangre, aguas de escaldado, purín/estiércol, contenidos.
Sólidos en suspensión	Purín/estiércol, contenidos estomacales, pelos y restos de carne.
Aceites y grasas	Agua de escalado y lavado de canales.
Amonio y urea	Purín/estiércol y sangre.
Fosfatos nitrógeno y sales	Purín/estiércol, contenidos estomacales, sangre productos de detergentes y desinfectantes.
Detergentes y desinfectantes	Productos detergentes y desinfectantes.
Conductividad eléctrica	Perdida de sal procedente del salado de pieles de Vacuno.

Fuente: Espinoza (2011)

2.11. PARÁMETROS DE CONTAMINACIÓN CARACTERÍSTICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LOS CENTROS DE FAENAMIENTO

Según (López, 2015) el aspecto ambiental más significativo de la actividad de mataderos es la generación de aguas residuales tanto por los elevados volúmenes generados como por la carga contaminante asociada a ella. Los parámetros ambientales más significativos que se relacionan con las aguas residuales son: los sólidos en suspensión (SS o MES), la carga orgánica expresada como demanda química de oxígeno (DQO) y la demanda biológica de oxígeno a los cinco días (DBO₅), los aceites y grasas (A y G), el nitrógeno y fósforo totales (NT y PT), las sales, así como los detergentes y desinfectantes todo esto debido a los volúmenes generados por las cargas contaminantes asociada a la misma. Los productos contenidos en los vertidos son del tipo no metálico y su composición principal la constituyen amoniacos, aceites y grasas, siendo el sangrado y escalado los puntos críticos desde el punto de vista de carga contaminante. En cuanto a la cantidad de agua residual generada en los mataderos, entre el 80 y el 95 % del agua total consumida forma parte del efluente final. Los parámetros definidos en la caracterización de las aguas residuales de los centros de faenamiento, se identifican en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2. Composición agua Residual de un Centro de Faenamiento.

Sustancias sedimentables, ml/l	10
PH	7
Sustancias no disueltas, mg/l	580
Sólidos fijos mg/l	272
Sólidos volátiles mg/l	498
Sustancia disueltas mg/l	1206
Alcalinidad, ml ácido/l	7
Grasa, mg/l	108
Nitrógeno, mg/l	145
Pentóxido de fosforo, mg/l	19
Óxido de potasio, mg/l	29
Óxido de calcio, mg/l	131
DBO ₅ , mg/l	838

Fuente. Stecher y Ruprecht, (2006).

2.12. PROCESOS QUE SE LLEVAN A CABO EN LOS CENTROS DE FAENAMIENTO

Según (Ruiz, *et al.*, 2012) dice que las aguas residuales de matadero generan en cada uno de los procesos grandes focos de contaminación. A continuación se detalla cada proceso:

2.12.1. RECEPCIÓN DE ANIMALES Y LAVADOS DE CAMIONES

En esta etapa se obtienen las aguas residuales de limpieza con restos orgánicos que provienen de la orina y deyecciones de los animales.

2.12.2. TABULACIÓN

En esta sección debido a la orina y heces de los animales se obtiene un agua residual con un alto contenido de compuestos nitrogenados, utilizando entre 5 y 15 lt/m² para limpieza.

2.12.3. ATURDIDO

Aquí el animal produce gran cantidad de orina generando contaminación por los compuestos nitrogenados.

2.12.4. SANGRADO

En esta área se genera alta carga de materia orgánica por la sangre ya que contiene una DBO₅ de 200000 mg/l.

2.12.5. ESCALDADO

En este espacio las aguas residuales contienen grasas, sólidos en suspensión, proteínas, sangre, excrementos entre otros compuestos de origen orgánico este proceso es para ganado porcino.

2.12.6. DEPILADO

Para ganado porcino se usa la máquina depiladora se utiliza agua caliente y se incrementa la cantidad de materia orgánica por los restos de pelo del animal.

2.12.7. CHAMUSCADO

Aquí se sigue incrementando la carga orgánica ya que además de pelos se generan restos de piel.

2.12.8. ESVISCERAS Y LAVADO

Las aguas residuales provienen del lavado de intestinos y contiene una carga orgánica de 80000 mg/L.

2.12.9. LAVADO Y DESINFECCIÓN

Las aguas residuales contienen sustancias orgánicas, grasas, detergentes y desinfectantes para limpiar el lugar se utilizan 5 L/m².

2.13. EFICIENCIA DE LA MORINGA DE SST EN AGUAS RESIDUALES DE CAMAL

La (*M. Oleífera*) como coagulante muestra una reducción ligeramente visible en la cantidad de partículas en suspensión con un porcentaje que oscila entre 20-41,7% de remoción (Arias *et al.*, 2017).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La investigación se ejecutó en el laboratorio de Química Ambiental del área agroindustrial de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, ubicada en el sitio Limón del cantón Bolívar provincia de Manabí y es de carácter experimental.

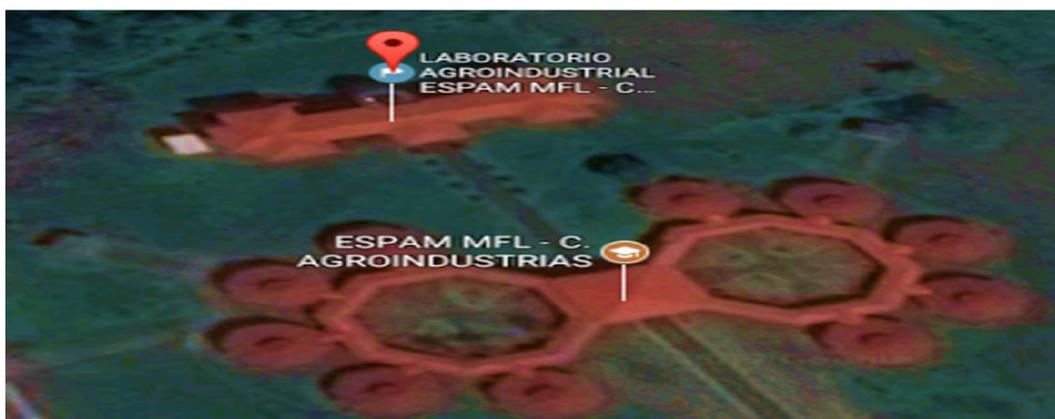


Figura 3.1. Ubicación donde se desarrolló la investigación. Fuente: (Google Earth, 2018).

Cuadro 3.1. Características de la ubicación.

CARACTERÍSTICAS	El Limón – Calceta
Altitud (msnm)	20 msnm en tierras bajas y 30 msnm en tierras altas.
Latitud Sur	39 " de latitud Sur
Longitud Oeste	80 ° 9 ' 33 " de longitud Oeste.
Zona de vida (Holdridge)	BmsT
Temperatura promedio anual (°C)	25,5
Precipitación promedio anual (mm)	1300

3.2. DURACIÓN DEL TRABAJO

La presente investigación tuvo una duración de 9 meses, a partir de la aprobación del trabajo de investigación.

3.3. VARIABLES DE ESTUDIO

3.3.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Polvo de la semilla de moringa (*M. oleífera*).

3.3.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Remoción de sólidos suspendidos totales (SST).

3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS

- Sólidos Suspendidos Totales, turbidez y color.

3.5. CUADRO DE VARIANTES

Cuadro 3.2. Descripción de las variables y sus indicadores a utilizar.

VARIABLES	CONCEPTO	INDICADORES	ÍNDICES
VARIABLE DEPENDIENTE Remoción de sólidos suspendidos totales (SST)	Se los definen como la fracción de sólidos retenidos por un filtro de fibra de vidrio que se secará a 103-105°C hasta un peso constante		
	Los SST provenientes de la aguas residuales de camal que van directamente al alcantarillado, provoca que se tapen las tuberías debido a la gran cantidad de grasas y carga orgánica.	<u>FÍSICOS</u> S.S.T, Color y turbidez.	(%)
VARIABLE INDEPENDIENTE Polvo de la semilla de moringa (<i>M. oleífera</i>)	El polvo de la semilla de moringa es un coagulante de origen natural que ya se ha experimentado para el tratamiento de aguas residuales.	SST, color y turbidez.	(%)

3.6. MÉTODO

El método utilizado fue experimental, Diseño completamente al Azar (DCA), por medio del cual se observaron los factores a estudiar, se creó una hipótesis para explicar dichos factores, se dedujeron las consecuencias y se comprobó su nivel de eficiencia de remoción.

3.7. TÉCNICA

Observación

Técnica realizada en el campo de acción, se obtuvo información acerca de los procesos de faenamiento del Camal Municipal del Cantón Bolívar, en el área de influencia, además de esto también se observaron los aspectos ambientales provocados por dicha actividad.

3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL

Diseño experimental: Diseño completo al Azar (DCA).

Numero de repeticiones: 3 en el tiempo

Factor A: Dosis del coagulante del polvo de la semilla de moringa (*M. oleífera*)

A₀ 7500 mg

A₁ 10000 mg

A₂ 12000 mg

Cuadro 3.3. Dosis de (*M. oleífera*) y volumen de agua residual utilizado en los tratamientos.

TRATAMIENTO	NOMENCLATURA	Dosis del polvo de (<i>M. oleífera</i>)	Volumen de agua residual (ml)
1	T1R1	7500 mg	1000
2	T1R2	7500 mg	1000
3	T1R3	7500 mg	1000
4	T2R1	10000 mg	1000
5	T2R2	10000 mg	1000
6	T2R3	10000 mg	1000
7	T3R1	12000 mg	1000
8	T3R2	12000 mg	1000
9	T3R3	12000 mg	1000

Fuente: Autoras

Cuadro 3.4. Factores a considerar en la experimentación.

CARACTERÍSTICA DEL ENSAYO	
Volumen de agua residual	1000 ml
Tiempo de agitación a máxima revolución 300 rpm	1 minuto
Tiempo de agitación a revolución lenta 100 rpm	15 minutos
Tiempo de sedimentación	2 días

Fuente: Autoras

3.9. DATOS A CONTROLAR

Cuadro 3.5. Parámetros de control en el diseño experimental.

PARÁMETRO	UNIDAD
SST	mg/l
Turbidez	NTU
Color	Pt/Co

Fuente: Autoras

3.10. UNIDAD EXPERIMENTAL

- Muestra de agua residual de camal.

3.11. ANALISIS ESTADÍSTICO

Cuadro 3.6. Anova simple (Unifactorial).

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD
TOTAL	8
TRATAMIENTOS	2
ERROR EXPERIMENTAL	6

Fuente: Autoras

3.12. PROCEDIMIENTO DEL PROYECTO

La ejecución del trabajo de investigación se realizó en las siguientes fases:

3.12.1. FASE 1. APLICACIÓN DEL POLVO DE MORINGA, COMO COAGULANTE A LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CALCETA

ACTIVIDAD 1. DETERMINACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL EFLUENTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL

Mediante la observación se recolectó información necesaria sobre la ubicación, condiciones ambientales, fases del proceso de faenamiento y manejo actual de los efluentes, esto permitió identificar la situación actual de las aguas residuales del Camal Municipal.

ACTIVIDAD 2. RECOLECCIÓN DE LAS SEMILLAS DE MORINGA (*M. OLEÍFERA*)

Se recolectaron un total de 600 semillas. Las semillas de moringa (*M. oleífera*) fueron recolectadas en dos ciudades; específicamente Manta y Cantón Chone. Según (Folkard y Sutherland, s.f.) las vainas se dejan secar en forma natural en el árbol, cuando se cosechan las semillas se desvainan fácilmente y son de color café.

ACTIVIDAD 3. OBTENCIÓN DEL POLVO DE LA SEMILLA DE MORINGA (*M. OLEÍFERA*) Y EXTRACCIÓN DE LA PROTEÍNA CATIONICA

Según (Olivero, 2017) para la obtención del extracto del polvo de la semilla de (*M. oleífera*), se realizaron los siguientes pasos, inicialmente se eliminó la cascara, las semillas se pasaron por un molino y cuando se redujo el tamaño se obtuvo un polvo, este se pasó por un tamiz de aproximadamente 500 um para separar las partes gruesas; se repite el proceso de tamizado tres veces.

Dado a que el polvo de la semilla de (*M. oleífera*) cuenta con aproximadamente 40% de su peso en aceites, se procedió a extraer la mayor cantidad de aceite por disolución en alcohol etílico (Etanol al 95%), se agregó 50 g de polvo de (*M. oleífera*) a 200 ml de Etanol, esta solución se removió durante 2 minutos con un agitador magnético a 300 rpm, la solución resultante se filtró al vacío con papel filtro, se repitió el mismo proceso tres veces con el fin de extraer la mayor cantidad de aceite (Arias, et al., 2017).

La fórmula que se utilizó para determinar la cantidad de alcohol y agua destilada se detalla a continuación:

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

$$V_1 = \frac{C_2 \times V_2}{C_1} \quad [3: 1]$$

$$V_1 = \frac{95\% \times 200 \text{ ml}}{99.9\%}$$

$$V_1 = 190 \text{ ml de alcohol y } 10 \text{ ml de agua destilada}$$

C₁= concentración inicial de la disolución

V₁= Volumen inicial de la disolución

C₂= Concentración final de la disolución

V₂= Volumen final de la disolución

Extraída la mayor cantidad de aceite del polvo de la semilla (*M. oleífera*) se procedió a activar la proteína catiónica, este procedimiento consistió en utilizar una solución de cloruro de sodio al 5% (Arias, *et al.*, 2017) esto se ilustra en la figura 3.2.

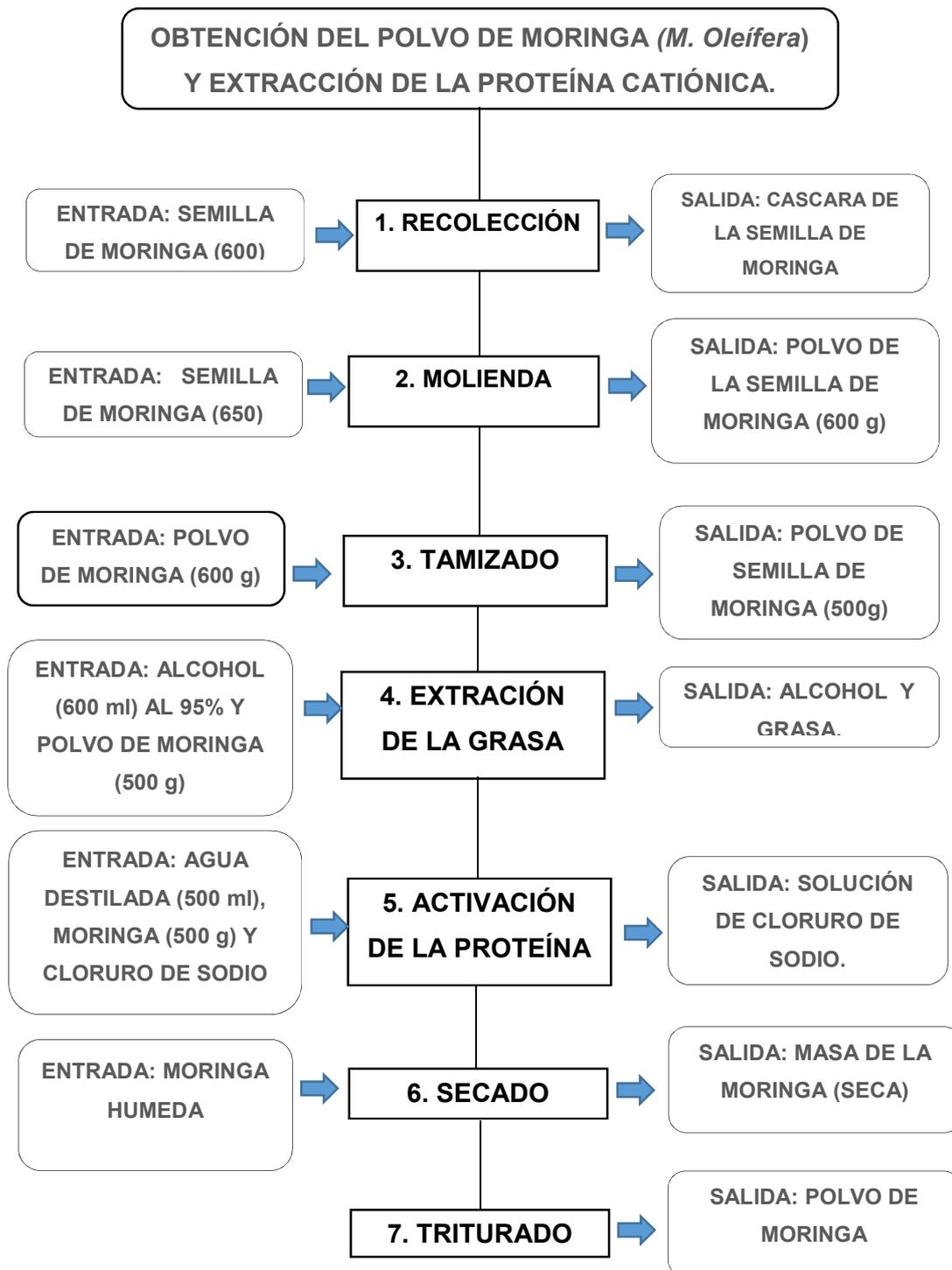


Figura 3.2. Flujograma de obtención del polvo de moringa (*M. oleífera*) y extracción de la proteína cationica.

3.12.2. FASE 2. DETERMINAR LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE SST, TURBIDEZ Y COLOR DE DIFERENTES DOSIS DE COAGULANTE

ACTIVIDAD 4. RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA DEL AGUA RESIDUAL

Se procedió a la recolección de muestra del efluente in situ para los respectivos análisis físicos (SST, color y turbidez) previo al tratamiento en el laboratorio.

Para la determinación de los SST se utilizó el equipo de filtración, para el color se utilizó el equipo Spectro Move 100 Merck y turbidez se realizó por medio del equipo Milwaukee Mi 415.

Para ello se recogió 16 litros de agua en 4 botellas de 4 litros, esta muestra fue recolectada en la noche debido a que el proceso de faenamiento se realiza en horarios nocturnos. Para llevar a cabo esta actividad se tuvo que realizar un puente para la recolección del agua residual, ya que el centro de faenamiento no cuenta con un sistema de faenamiento completo y su caudal de salida va directamente al alcantarillado.

ACTIVIDAD 5. APLICACIÓN DE LA PRUEBA DE JARRAS O JAR TEST

Se aplicó la prueba de jarra para evaluar la eficiencia de cada dosis empleada en la remoción de los SST, turbidez y color.

Para determinar las condiciones óptimas del polvo de la semilla de (*M. oleífera*) utilizada como sustancia coagulante se realizó una serie de 3 tratamientos cada uno de ellos con 3 repeticiones de coagulación/floculación. Posteriormente, se procedió a realizar la prueba de jarras utilizando 1000 ml de agua residual de la central de sacrificio. Para ello, cada muestra se sometió a una mezcla rápida de 300 rpm durante 60 segundos y luego una mezcla lenta de 100 rpm durante 15 minutos, en este tiempo se le adicionó las dosis de coagulantes de (*M. oleífera*) establecidas por (Arias, et al., 2017) 7500 mg, 10000 mg, que encontraron remoción entre 87% y 80% en parámetros de turbidez y color. En base a los autores de la investigación se aplicaron las dosis del polvo (*M. oleífera*) del apartado anterior y una adicional de 12000 mg para evaluar la remoción.

Luego de aplicar las dosis del polvo de moringa como sustancia coagulante en el proceso de coagulación/floculación se dejó reposar por dos días y se llevó a cabo la evaluación de la eficiencia de la semilla (*M. ogleífera*) en la remoción de SST, turbidez y color la cual se realizó mediante el proceso estándar del test de jarras. Las muestras se analizaron en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Ambiental.

ACTIVIDAD 6. DETERMINACIÓN DE LOS SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES, TURBIDEZ Y COLOR

Se procedió a emplear el método gravimétrico para determinar los SST de las unidades experimentales o ensayos. Para ello se pesó el papel filtro al vacío, y se colocó en la base del equipo de filtración, después se agregó 100 ml de la muestra de agua residual inicial al equipo, luego de esto se retiró el papel filtro y se llevó a la estufa a una temperatura de 105°C por una hora, pasado este tiempo se pasó al desecador por 25 minutos para realizar el peso final. El mismo procedimiento se realizó para cada una de las unidades experimentales de las muestras tratadas.

Para la determinación de turbidez se utilizó el equipo espectrofotómetro. Milwaukee Mi 415, en el cual se agregó 10 ml de la muestra del agua residual en la cubeta por cada tratamiento y se introdujo al equipo para tomar lectura.

Para determinación el color se empleó equipo Spectro Move 100 Merck, se tomó el blanco (agua destilada) para calibrar el equipo, después se hizo una dilución 10/100 ml a la muestra, debido a que el agua residual paso el límite de detección del equipo.

ACTIVIDAD 7. DETERMINAR LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN

La eficiencia de remoción de SST, turbidez y color se determinó por medio de la ecuación 3:2 de acuerdo a (Guzmán N, 2014).

$$E = (S_0 - S) / S_0 \times 100 \quad [3:2]$$

Dónde:

E: Eficiencia de remoción del sistema [%]

S: Carga contaminante de salida

S₀: Carga contaminante de entrada

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 APLICACIÓN DEL POLVO DE MORINGA, COMO COAGULANTE A LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL DE CALCETA

4.1.1 SITUACIÓN ACTUAL DEL EFLUENTE DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CENTRO DE FAENAMIENTO

El estado actual del centro de faenamiento y manejo actual del efluente se lo realizó previo una visita y mediante la siguiente ficha técnica ambiental.

Cuadro 4.1. Ficha técnica de situación actual del Centro de faenamiento Municipal de Bolívar.

FICHA TÉCNICA AMBIENTAL	
NOMBRE	Situación actual del efluente de las aguas residuales
UBICACIÓN	Camal Municipal del Cantón Bolívar, Parroquia Calceta, Provincia de Manabí ubicada en la Ciudadela Francisco Gonzales Álava
RESPONSABLE	Doctor: Chila
HORARIOS DE ACTIVIDADES	Diurna: 8:00 am - 6:00 pm reciben el ganado. Nocturna: 9:00 pm - 1:00 am realizan el faenamiento y limpieza del lugar.

ACTIVIDADES DEL CAMAL

Vélez y Vélez (2012) indican que en el centro de faenamiento la mayoría de las actividades realizadas requieren de gran cantidad de agua.		
ACTIVIDADES	USO DE AGUA	
	SI	NO
ARRIBO DEL GANADO		X
REPOSO		X
ATURDIMIENTO		X
IZADO	X	
DESANGRADO	X	
CORTE DE CABEZA	X	
CORTE DE PATAS	X	
DESOLLADO	X	

APERTURA DE LA CAVIDADA ABDOMINAL	X	
EVISGERADO	X	
CORTE DEL CANAL		X
LAVADO	X	
ALMACENAMIENTO		X
ENTREGA		X

La ficha técnica ambiental aplicada al camal Municipal del Cantón Bolívar identificó que el afluente depende del aporte de actividades como aturdimiento, izado, desangrado, corte de cabeza, corte de patas, desollado, apertura de la cavidad abdominal, esviscerado, corte del canal, lavado, almacenamiento y entrega, (Muñoz, 2005) menciona que todas estas actividades son la principal fuente de contaminación, debido a que en los centros de faenamamiento se originan heces, orina, sangre, pelusa, lavazas y residuos de la carne y grasas de los canales, alimentos no digeridos por los intestinos, viseras de los animales sacrificados y de vapor condensado procedente del tratamiento de los despojos.

La Cantidad de aguas residuales que genera el camal municipal del Cantón Bolívar es de 250 litros diarios.

4.1.2 OBTENCIÓN Y TRATAMIENTO DEL POLVO DE LA SEMILLA DE MORINGA (*M. OLEÍFERA*)

Se obtuvieron 500 gramos de semilla de moringa (*M. oleífera*) en polvo que mediante el flujograma de procesos 3.2 se identifica el tratamiento que se realizó previo a su utilización como coagulante (Arias, *et al.*, 2017) menciona que la extracción de la proteína catiónica se la realiza con una solución de alcohol etílico al 95%, a la cual se le agrego la moringa (*M. oleífera*), con el fin de extraer la mayor cantidad de aceite, posterior a ello se procedió a activar la proteínica catiónica empleando soluciones de Cloruro de sodio al 5%.

4.1.3 CARACTERIZACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE SST, TURBIDEZ Y COLOR DEL CAMAL MUNICIPAL DEL CANTÓN BOLÍVAR

Cuadro 4.2. Caracterización del agua residual del camal municipal.

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDAD	EFLUENTE	CRITERIO. 1	CRITERIO. 2
Turbidez	Nefelométrico	NTU	32,73		
Sólidos suspendidos totales	Gravimétrico	mg/l	510	220	130
Color	Espectrofotométrico	Pt/Co	330		
Criterio 1. TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO					
Criterio 2. TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE, 083-B Libro VI el Texto Unificado de Legislación Secundaria.					

Fuente: Autoras

Se demuestra que los SST del Efluente del Camal municipal del Cantón Bolívar superan los rangos permisibles establecidos en tabla 8 y 9 del anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria. (Chavez, 2017) manifiesta que el comportamiento de estos valores en las aguas residuales de los camales se debe a la incorporación de grasa, proteínas y otros residuos lo que hace inevitable la presencia de partículas sólidas de gran tamaño y menor tamaño en forma de suspensión y/o coloide siendo de difícil eliminación los de tamaño pequeño que a su vez son responsables del mal aspecto líquido residual y de las actividades de flujo conjuntamente con los tratamientos primarios que se realicen previo a la descarga. Sin embargo (Muñoz, 2005) obtuvo valores de 376 Pt/ Co de color en un centro de faenamiento, lo que indica que el valor reportado del camal de Bolívar presenta valores similares. (Misael, 2009) En un estudio de tratamiento de aguas residuales provenientes de un centro de faenamiento mediante lodos activos reporto valores de 1001 mg/l de SST, es decir mucho mayores que los encontrados en el estudio. (Chavez, 2017) En un estudio sobre coagulante para la disminución de la turbidez de agua de camales encontró valores de 435 NTU al iniciar el estudio, dato que no se asemeja al encontrado en el centro de faenamiento de Bolívar.

4.2 DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE SST, TURBIDEZ Y COLOR EN DIFERENTES DOSIS DE COAGULANTE

Cuadro 4.3. Porcentajes de remoción de SST.

TRATAMIENTO	Repeticiones	Tratamientos	Concentración inicial SST	Resultado final	% de remoción final
T1	1	T1R1	510	400	22
	2	T1R2	510	320	37
	3	T1R3	510	390	24
Promedio					28%
T2	1	T2R1	510	300	41
	2	T2R2	510	280	45
	3	T2R3	510	320	37
Promedio					41%
T3	1	T3R1	510	330	35
	2	T3R2	510	340	33
	3	T3R3	510	370	27
Promedio					31%

Fuente: Autoras

El **Cuadro 4.3.** ilustra los datos de las concentraciones de SST y la remoción con las dosis de polvo de (*M. oleífera*) aplicadas. El agua inicial presento valores de 510 mg/l, después de aplicar los tratamientos correspondiente a 7500 mg/l (T1), 10000 mg/l (T2) y 12000 mg/l (T3), se determinó que la mayor remoción la presentó el tratamiento (T2) con 41%, el tratamiento (T3) 31% y el (T1) 28%, a condiciones de pH de 7,9 que en relación con (Arias, Hernández, Castro y Sánchez, 2017) utilizó dosis de 7500 mg/l y 10000 mg/l a condiciones de pH 7,6 y encontró remociones que oscilaron del 20 – 41%, demostrando que la (*M. oleífera*) como coagulante muestra una reducción ligeramente visible en la cantidad de partículas en suspensión, así mismo el autor mencionado indica que los altos valores de carga contaminante y características organolépticas dependen de la cantidad y tipo de ganado se sacrificaran por día, por otra parte (Valverde, Paccola, Pomini, Yamaguchi, & Bergamasco, 2018) manifiesta que este comportamiento hace referencia a que el mecanismo de coagulación de la (*M. oleífera*) utilizado como coagulante primario en el tratamiento de agua bruta es de absorción parcial y neutralización de cargas, o adsorción y creación de puentes, en la cual las partículas negativas de coloides se adsorbieron en la

superficie de la moringa, lo que es indicio de las eficiencias encontradas en el estudio realizado.

Cuadro 4.4. Porcentajes de remoción de turbidez.

TRATAMIENTO	Repeticiones	Tratamientos	Turbidez inicial FNU- NTU	Turbidez final FNU- NTU	% de remoción final
T1	1	T1R1	32,73	31,54	4
	2	T1R2	32,73	31,76	3
	3	T1R3	32,73	32,69	1
Promedio					3%
T2	1	T2R1	32,73	31,72	3
	2	T2R2	32,73	30,54	7
	3	T2R3	32,73	30,15	7
Promedio					6%
T3	1	T3R1	32,73	32	2
	2	T3R2	32,73	31,21	5
	3	T3R3	32,73	32,15	2
Promedio					3%

Fuente: Autoras

El **Cuadro 4.4.** se observan los tratamientos de polvo de moringa aplicadas al agua residual, con pH de 7,9 no denotó gran remoción (3%, 6%, 3%) en las dosis aplicadas, esto se relaciona con los datos obtenido por (Cabrera, Vásquez, & Julio, 2018) en el estudio de coagulantes naturales extraídos de *Ipomoea incarnata* y (*M. oleífera*) en la depuración de aguas residuales industriales encontró rangos de remoción de turbidez muy bajos (4,58%), con una dosis polvo de (*M. oleífera*) de 7500 mg/l y a condiciones de pH de 13,05, en este sentido se demuestra lo establecido por Díaz (2014) citado por (Cabrera, Vásquez, & Julio, 2018) indica que la efectividad del coagulante natural es influenciado por el pH, por otra parte (Chavez M. , 2017) en el estudio influencia del pH en la coagulación-sedimentación primaria de aguas residuales de camal manifiesta que utilizando parámetros convencionales del sistema coagulante-pH, comprobaron que a pH=4 con dosis de 8000 mg/l de polvo de (*M. oleífera*) es posible remover la turbidez en un 93%, así mismo indica que la alta carga orgánica y el contenido de sangre presente dificultan la remoción, evidenciándose que en un proceso de clarificación de aguas el pH es determinante en la disminución de la turbidez del agua y por ende de la coloración rojiza del agua residual.

Cuadro 4.5. Porcentajes de remoción de color.

TRATAMIENTO	Repeticiones	Tratamientos	Color inicial Pt/ Co (hz)	Color final Pt/ Co (hz)	% de remoción
T1	1	T1R1	330	311	6
	2	T1R2	330	290	12
	3	T1R3	330	285	13
Promedio					10%
T2	1	T2R1	330	300	9
	2	T2R2	330	279	15
	3	T2R3	330	280	15
Promedio					13%
T3	1	T3R1	330	291	11
	2	T3R2	330	293	11
	3	T3R3	330	311	6
Promedio					9%

Fuente: Autoras

En el **Cuadro 4.5.** ilustra los datos de las concentraciones de color y la remoción con las dosis de polvo de moringa aplicadas. El agua inicial presento valores de 330 Pt/Co, después de aplicar los tratamientos correspondiente a 7500 mg/l (T1), 10000 mg/l (T2) y 12000 mg/l (T3), se encontró una remoción del 13% en cuanto al tratamiento (T2), 10% (T1) y 9% (T3). (Chavez M. , 2017) en el estudio influencia del pH en la coagulación-sedimentación primaria de aguas residuales de camal manifiesta la alta carga orgánica y el contenido de sangre presente dificultan la remoción, utilizando parámetros convencionales del sistema coagulante-pH, comprobaron que a pH=4 con dosis de 11000 mg/l de polvo de (*M. oleífera*) es posible remover el color en un 71% eliminando la coloración rojiza en un proceso de coagulación-sedimentación primaria, lo que dificultó este proceso dado que el agua residual del camal municipal de Bolívar tenía un pH de 7,9. (Calva, 2015) expresa que las altas concentraciones coloidales provoca una baja remoción del color en aguas residuales.

4.2.1 CÁLCULO DE LA EFICENCIA DE REMOCIÓN

Cuadro 4.6. Promedio de las dosis de moringa aplicada a la remoción de color, turbiedad y SST.

Tratamientos		Remoción de color	Remoción de turbidez	Remoción de SST
T1	T1R1	10	3	28
	T1R2			
	T1R3			
T2	T2R1	13	6	41
	T2R2			
	T2R3			
T3	T3R1	9	3	31
	T3R2			
	T3R3			

Fuente: Autoras

El **Cuadro 4.6.** muestra las dosis empleadas del polvo de (*M. oleífera*), se obtuvo en promedio una remoción en color de 13% para la dosis de 10000 mg/l (T2), en la turbidez se obtuvo baja remoción en los tratamientos T1 y T3 (3%) sin embargo, la más alta fue el T2 con 6% y SST el mejor tratamiento fue de 10000 mg/l (T2) con una remoción de 41%. A partir de estos resultados se demuestra que el polvo de (*M. oleífera*) resulta ser un coagulante que permite remover SST en aguas residuales industriales de matadero, lo que corrobora resultados obtenidos en otros estudios realizados por (Arias, Hernández, Castro y Sánchez, 2017) obtuvo pruebas de eficiencia SST de 41,7%, con dosis de 10000 mg/l, en turbidez aplicó dosis de 7500 mg/l con una remoción de turbidez entre el 19 al 21% y pH 7,6, se evidencia que no necesariamente a mayor concentración de solución coagulante se da un mayor nivel de remoción en la turbidez. (Arias & Mendez, 2014) verificó que se necesita cantidades medias de polvo de (*M. oleífera*), debido a que se obtienen mejores eficiencias de remoción en la turbidez, una sobredosis del polímero causa un efecto negativo en el proceso físico-químico de coagulación-floculación, afectando el tamaño del floculo, hechos que coincidieron con los resultados de esta investigación ya que al aumentar la dosis de 10000 mg/l a 12000 mg/l se redujo la eficiencia de remoción.

4.2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA REMOCIÓN DE COLOR, TURBIEDAD Y SST

Cuadro 4.7. Análisis de la varianza SST.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	280,89	2	140,44	4,23	0,0715
Error	199,33	6	33,22		
Total	480,22	8			

Fuente: Autoras

No existe diferencia significativa en la remoción de los SST de las dosis de polvo de (*M. oleífera*) aplicada, puesto que P – valor del ANOVA (0,0715) es mayor 0,05, por tal resultado no se aplicó la prueba de media Tukey al 5% de probabilidad de error.

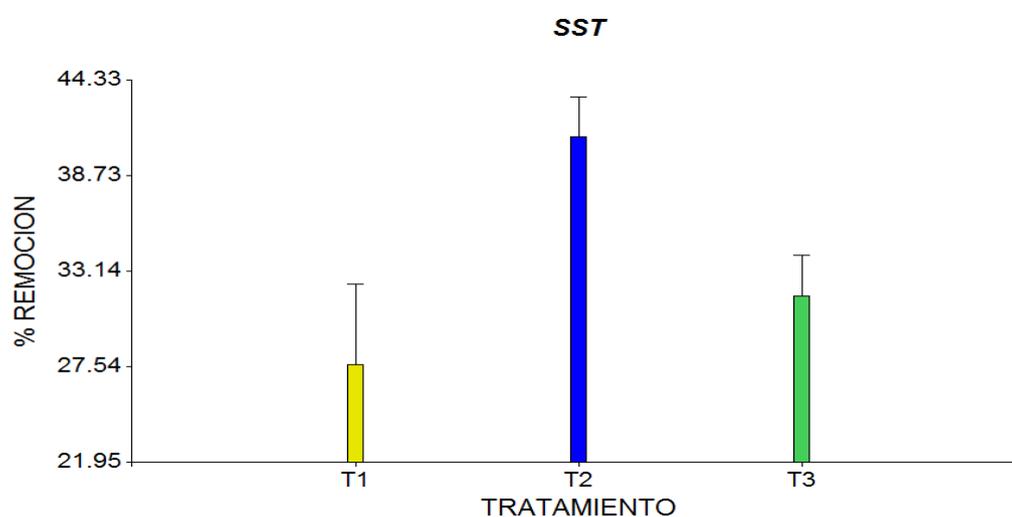


Figura 4.1. Medias de los tratamientos para la variable SST.

En la figura 4.1 se ilustra el porcentaje de remoción de los SST, con las dosis de polvo de (*M. oleífera*) aplicada, se ilustra que el tratamiento T1 removió un 28% el tratamiento T2 aumento a 41% y el tratamiento T3 un 31%, sin embargo el análisis de la varianza obtenido determino que no existe diferencia significativa.

Cuadro 4.8. Análisis de la varianza turbidez.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	16,22	2	8,11	2,28	0,1833
Error	21,33	6	3,56		
Total	37,56	8			

Fuente: Autoras

No existe diferencia significativa en la remoción de turbidez de las dosis de polvo de (*M. oleifera*) aplicada, puesto que P – valor del ANOVA (0,1833) es mayor 0,05.

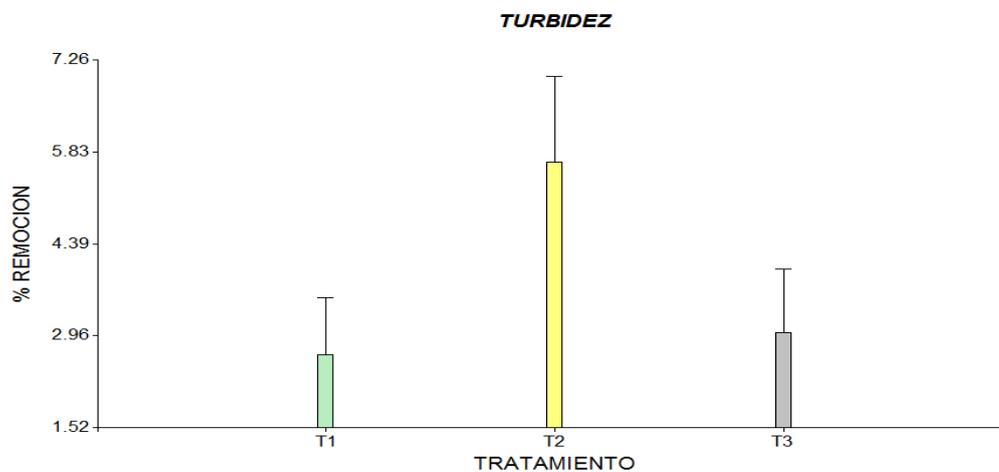


Figura 4.2. Medias de los tratamientos para la variable turbidez.

En la figura 4.2 se ilustra el porcentaje de remoción de turbidez, con las dosis de polvo de (*M. oleifera*) aplicada, se ilustra que el tratamiento T1 y T3 removió un 3% y el tratamiento T2 un 6%, sin embargo el análisis de la varianza obtenido determino que no existe diferencia significativa.

Cuadro 4.9. Análisis de la varianza color.

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Tratamiento	21,56	2	10,78	0,93	0,4439
Error	69,33	6	11,56		
Total	90,89	8			

Fuente: Autoras

No existe diferencia significativa en la remoción de color de las dosis de polvo de (*M. oleifera*) aplicada, puesto que P – valor del ANOVA (0,4439) es mayor 0,05.

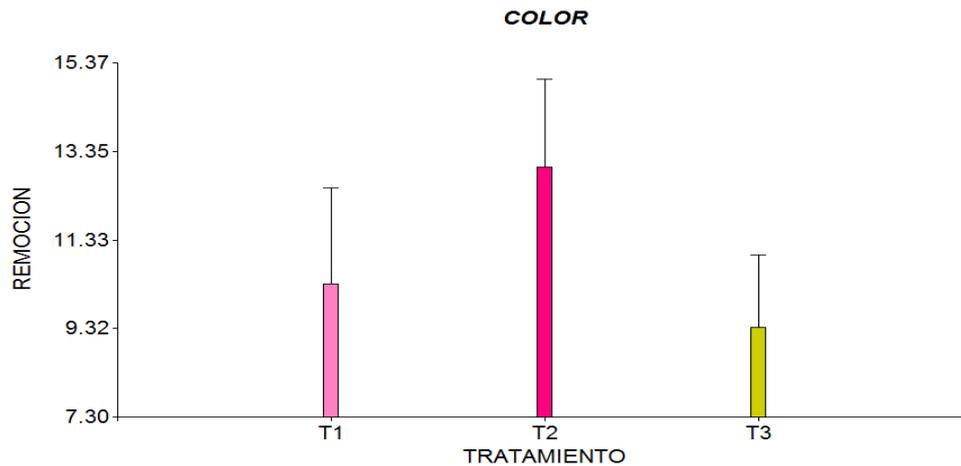


Figura 4.3. Medias de los tratamientos para la variable color.

En la figura 4.3 se ilustra el porcentaje de remoción de color, con las dosis de polvo de (*M. oleífera*) aplicada, se ilustra que el tratamiento T1 removió un 10% el tratamiento T2 aumento a 13% y el tratamiento T3 un 9%, sin embargo el análisis de la varianza obtenido determino que no existe diferencia significativa.

4.2.3. CÁLCULO ANOVA DE EFICENCIA DE REMOCIÓN

Cuadro 4.10. Análisis de la varianza de la remoción a partir de Dosis de polvo de Moringa.

		Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
SST	Inter-grupos	280,889	2	140,444	4,227	0,072
	Intra-grupos	199,333	6	33,222		
	Total	480,222	8			
color	Inter-grupos	21,556	2	10,778	0,933	0,444
	Intra-grupos	69,333	6	11,556		
	Total	90,889	8			
turbidez	Inter-grupos	16,222	2	8,111	2,281	0,183
	Intra-grupos	21,333	6	3,556		
	Total	37,556	8			

El cuadro 4.10 de ANOVA ilustra la varianza de % remoción de color, turbidez y SST. Dado que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que 0.05, es decir, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de % de los parámetros evaluados entre un nivel de tratamientos y otro, con un nivel del 95.0% de confianza.

4.3. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS

A partir de los resultados obtenidos en el análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor para cada una de las variables en estudio, se llega a inferir que se rechaza la hipótesis planteada, ya que el p – valor fue en todas las variables mayor al 0,05, lo que indica que los resultados obtenidos no pueden ser generalizados para el total de la población.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- A partir de los 500 g del polvo de (*M. oleífera*) se obtuvieron dosis de 7500 mg/l 10000 mg/l y 12000 mg/l, las cuales se aplicaron a los tratamientos con sus respectivas repeticiones para adquirir los porcentajes de remoción.
- Se obtuvieron rendimientos de la variables analizadas, en las que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, sin embargo se comprobó que a cantidades medias del polvo de (*M. oleífera*) con dosis de 10000 mg/l aumenta la eficiencia de remoción, obteniendo SST (41%), turbidez (9%) y color (31%) siendo este el mejor tratamiento.

5.2. RECOMENDACIONES

- Para tratamientos de coagulación de aguas residuales de un centro de faenamiento, se recomienda emplear diferentes condiciones de pH con diferentes dosis de coagulantes para obtener resultados más exhaustivos.
- Como tratamiento primario de coagulación-floculación se recomienda utilizar las dosis de 10000 mg/l de polvo de (*M. oleífera*) para obtener mayor remoción, ya que esta proporcionó mejores resultados en SST turbidez y color.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias & Mendez. (2014). Coagulantes naturales extraídos de Moringa Oleífera incarnata en el tratamiento de aguas residuales industriales. *Facultad de Ciencias Agrarias*. Obtenido de <http://revistabiotecnologia.unicauca.edu.co/revista/index.php/biotecnologia/article/view/548/408>
- Arias, Hernández, Castro y Sánchez. (2017). Tratamiento de las aguas residuales de una central de sacrificio. Uso del polvo de la semilla de M. Oleífera como coagulante natural. *Scielo*, 32-33. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15nspe/v15nspea04.pdf>
- Bonal, e. A. (2012). Moringa oleífera: una opción saludable para el bienestar. *Scielo*, 10 -16. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1029-30192012001000014
- Borges, E. C., Rojas, A. B., Novelo, R. M., Rodríguez, J. O., & Canul, R. P. (2012). Remoción de materia orgánica en aguas residuales de rastro por el proceso de Contactor Biológico Rotacional. *Revista Académica de la FI-UADY*, 83-91. Obtenido de <https://www.redalyc.org/html/467/46725067001/>
- Bravo, M. (2017). *Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales*. Obtenido de <http://repository.udistrital.edu.co/handle/1>
- Briceño y Castillo. (2009). *PDF*. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5047/1/DIAGN%C3%93STICO%20AMBIENTAL%20Y%20PLAN%20DE%20MANEJO.pdf>
- Cabrera, N. C., Vásquez, E. D., & Julio, A. R. (2018). Ensayo de coagulantes naturales extraídos de Ipomoea incarnata y Moringa oleífera en la depuración de aguas residuales. *PROSPECTIVA*, 94-99. Obtenido de www.scielo.org.co/pdf/prosp/v16n2/1692-8261-prosp-16-02-00094.pdf
- Caldera, Mendoza y Fuentes. (2007). Eficiencia de las semillas de Moringa oleífera como coagulante alternativo en la potabilización del agua.
- Calva, J. A. (2015). *“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMA*. Obtenido de <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11987/1/TESIS%20LOPEZ%20JOSE%2021-11-2015%20CORRECCIONES%2014-12-2015.pdf>
- Camilo, G. M. (2016). EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE SEMILLAS DE Moringa Oleífera lam. COMO COAGULANTE NATURAL EN LA CIUDAD DE PASTO - COLOMBIA. *Trabajos de centros de investigación UNIMAR*, 465. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/299483466_EVALUACION_DE_LA_EFICIENCIA_DE_SEMILLAS_DE_Moringa_Oleífera_lam_COMO

COAGULANTE NATURAL EN LA CIUDAD DE PASTO -
_COLOMBIA

- Campos, Da Silva y Ferreira. (2013). Evaluation of coagulation/flocculation process in the landfill leachate treatment at the Municipal Wastewater Treatment Plant. *Scielo*. Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v8n3/v8n3a04.pdf>
- Cárdenas. (2000). *Tratamiento de agua: Coagulación y Floculación. Evaluación de Platas y Desarrollo Tecnológico*. Obtenido de http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?Uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupid=10154
- Castillo; Bolio; Méndez; Osorio. Y Pat. (2012). Remoción de materia orgánica en aguas residuales de rastro por el proceso de Contactor Biológico Rotacional. *Redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/html/467/46725067001/>
- Chavez. (2017). "INFLUENCIA DEL ph EN LA COAGULACION - SEDIMENTACION PRIMARIA DE AGUAS RESIDUALES DE UN CAMAL". Obtenido de https://www.unac.edu.pe/images/documentos/organizacion/vri/cdcitra/Informes_Finales_Investigacion/2017/12/DICIEMBRE%202017,%20CARMEN%20MABEL%20LUNA%20CHAVEZ,%20FIQ.pdf
- D'angelo, M. (16 de 09 de 2016). *General Water Company Argentina*. Obtenido de <https://gwc.com.ar/contaminantes-del-agua/solidos-agua/>
- Diaz, A. (2011). Obtenido de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/20298/1/tema_7.pdf
- Echavarría, N., Atehortúa, N., & Tobón, O. (2016). *Manual de Producción y Consumo Sostenible*. Obtenido de http://www.corantioquia.gov.co/siteassets/PDF/Gesti%C3%b3n%20ambiental/Producci%C3%b3n%20y%20Consumo%20Sostenible/Manuales_GIRH/Plantas_Beneficio.pdf
- Espinoza, J. (2011). *Tratamiento de aguas residuales de matadero con elevado contenido de sangre mediante la combinacion de procesos anaerobio de la pelicula fija (BAPF) y aerobio de la membrana (MBR)*. Obtenido de riubu.ubu.es
- Folkard, G., & Sutherland, J. (s.f.). Moringa oleifera un árbol con enormes potencialidades. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-x6324s.pdf>
- García. (13 de 12 de 2007). *Riunet.upv.es*. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12458/Tesis%20de%20Master_BEATRIZ%20GARCIA%20FAYOS.pdf?Sequence=1
- Gayenola, G. (2017). Obtenido de http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/transparencia_color_%20turbidez.pdf
- González, N. J. (2014). *Ensayos de tratabilidad del agua*. Manizales, Colombia: Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.

- Guzmán N, G. D. (2014). EFICIENCIA DE REMOCIÓN DE DBO5 Y SST EN SEDIMENTADOR Y LECHO FILTRANTE PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. *scielo*, 153-154. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v17n2/v17n2a03.pdf>
- Guzman, Villabona, Tejada y Garcia. (2013). REDUCCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA USANDO COAGULANTES NATURALES: UNA REVISIÓN. *scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262013000100029
- Hernan, A. Q. (2018). "*Rendimiento del nopal (Opuntia ficus - indica) con nanopartículas de plata.*" Obtenido de file:///C:/Users/Quimica%20Ambiental/Downloads/Albujar_QJH.pdf
- Jorge, O. (2005). TRATAMIENTO DE LAS AGUAS. *Ingeniería Sanitaria- UTN - FRRO*, 31-35. Obtenido de https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/ing_sanitaria/Ingenieria_Sanitaria_A4_Capitulo_06_Tratamiento_de_Aguas.pdf
- Lizarazo, e. a. (2013). *bdigital*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/11112/>
- López, C. (2015). *Diseño de un sistema de tratamiento de aguas en una industria*. Obtenido de e-archivo.uec3m.es
- Maldonado, V. (s.f). Obtenido de <http://www.ingenieroambiental.com/4014/siete.pdf>
- Misael, J. J. (2009). *Tratamiento de aguas residuales provenientes de un camal*. Obtenido de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1935/1/rubio_bj.pdf
- Moreno, G. (2018). *Aplicación de Semilla de Moringa Oleífera Lam Como Alternativa Coagulante de Agua Almacenada en el Municipio de Zirándaro, Gro.* Obtenido de http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/95033/UAEM-FaPUR-TESES_GEMMA_ARINTZY_MORENO_CABRERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Muñoz. (2005). SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE MATADERO. *Dialnet*, 87-88. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6117975.pdf>
- Olivero, R. F. (2017). Evaluación de una mezcla para coagulantes naturales, Opuntia ficus y Moringa oleífera en clarificación de aguas. *scielo*, 74.
- Otiniano, R. (2016). Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6923/otiniano_ar.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Paixao, F. (2005). *Repositorio científico*. Obtenido de <https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/1292/1/Alambique%2046-devolver.pdf>

- Perez, L. (2005). Obtenido de http://www.fi.uba.ar/archivos/institutos_teorias_sedimentacion.pdf
- Pico, V. (2017). *Evaluación de la concentración óptima de semillas triturada de Moringa Oleifera en el proceso de coagulación floculación en comparación con el sulfato de aluminio*. Obtenido de repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6476/1/131709.pdf
- Ruiz et al. (2012). *Plan de gestión de residuos del camal del Cantón Antonio Ante*. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/3743/1/CD-3437.pdf>
- Sánchez, e. a. (2013). Moringa oleífera; Importancia, Funcionalidad y Estudios Involucrados. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 2 -3. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Jesus_Vazquez_Rodriguez/publication/277019696_Moringa_Oleifera_Importancia_Funcionalidad_y_Estudios_Involucrados_Sanchez-Pena_YA_Martinez-Avila_GCG_Sinagawa-Garcia_SR_Vazquez-Rodriguez_JA_AQM_Acta_Quimica_Mexicana_Vol5
- Senplades. (2017). Obtenido de http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/PNBV-26-OCT-FINAL_0K.compressed1.pdf
- Severiche, C. (2013). *Manual de métodos analíticos para la determinación de parámetros fisicoquímicos básicos en aguas. Sólidos suspendidos totales*. Obtenido de <http://www.eumed.net>
- Valverde, K. C., Paccola, E. A., Pomini, A. M., Yamaguchi, N. U., & Bergamasco, R. (2018). Tratamiento de agua combinado con extracto natural de Moringa oleifera Lam e coagulante sintético. *Rev. Ambient. Água*, 1-11.
- Vargas, L. (s.f). *CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LOS PROCESOS Y DE LOS PARÁMETROS ÓPTIMOS DE LAS UNIDADES*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manuall/tomoll/onc e.pdf>
- Verbel, R. O., Vergara, A. F., Fellizola, L. V., & Aguas, G. V. (2017). Evaluación de una mezcla para coagulantes naturales, Opuntia ficus y Moringa oleífera en clarificación de aguas. *Produccion Limpia*, 71 -79.
- Yanguas, J. (2017). Pdf. Obtenido de https://biblioteca.unirioja.es/tfe_e/TFE002773.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Remoción de SST, turbiedad y color en aguas residuales del centro de faenamiento del cantón Bolívar.**Anexo 1-A.** Recolección de semilla.**Anexo 1-B.** Molienda.**Anexo 1-C.** Extracción del aceite del polvo de semilla.**Anexo 1-D.** Activación de la proteína catiónica.**Anexo 1-E.** Recolección de la muestra.**Anexo 1-F.** Prueba de jarra.**Anexo 1-G-** Determinación de SST, color y turbiedad

TABLAS

TABLA 8. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. solubles en hexano	mg/l	70,0
Explosivos o inflamables	Sustancias	mg/l	Cero
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	1,0
Ci nc	Zn	mg/l	10,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo	mg/l	0,1
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Compuestos fenólicos	Expresado como fenol	mg/l	0,2
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Cromo Hexavalente	Cr+6	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	250,0
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	500,0
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Fósforo Total	P	mg/l	15,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Hierro total	Fe	mg/l	25,0
Mangane so total	Mn	mg/l	10,0
Me rcuri o (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno Total Kje dahl	N	mg/l	60,0
Organofosforados	Especies Totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	Ph		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sólidos Sedimentables	SD	ml/l	20,0
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	220,0
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600,0
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	400,0
Sulfuros	S	mg/l	1,0
Temperatura	o C		< 40,0
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	2,0
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0

TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real 1	Color real	Unidades de color	Inapreciable en dilución: 1 / 20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Mangane so total	Mn	mg/l	2,0
Mate ri a flotante	Visibles		Ausencia
Me rcuri o total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjedahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	mg/l	1000
Sulfuros	S ²⁻	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0