



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

**EFICIENCIA DEL COAGULANTE NATURAL (CASSIA GRANDIS) EN LA
REMOCIÓN DE MATERIAL ORGÁNICO PARA LA CLARIFICACIÓN DEL
AGUA CRUDA EN EL RIO RANCHERIA.**



AUTORES:

CARRILLO CASSIANI ADRIANA MARCELA

ROJAS PINTO YIMMY DAVID

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR – CESAR

2019



**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**

**EFICIENCIA DEL COAGULANTE NATURAL (CASSIA GRANDIS) EN LA
REMOCIÓN DE MATERIAL ORGÁNICO PARA LA CLARIFICACIÓN DEL AGUA
CRUDA EN EL RIO RANCHERIA.**

AUTORES:

CARRILLO CASSIANI ADRIANA MARCELA

ROJAS PINTO YIMMY DAVID

DIRECTOR:

FERNANDO ANAYA PAYARES

**PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO**

UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLÓGICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA

VALLEDUPAR – CESAR

2019



TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE GRAFICAS	5
LISTA DE ILUSTRACIONES.....	6
LISTA DE TABLAS.....	7
LISTA DE ANEXOS	7
INTRODUCCION	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	9
1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA	10
1.2. SISTEMATIZACION	11
2. JUSTIFICACIÓN	12
3. OBJETIVOS	14
4. MARCO REFERENCIAL.....	15
4.2. MARCO TEÓRICO	18
4.2.1. Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua.....	18
4.2.4. Los coagulantes	24
Sustancias naturales o artificiales, que dosificadas adecuadamente en una masa homogénea de agua que contiene partículas en suspensión (turbidez), son precursoras de generar la afinidad entre ellas, favoreciendo el crecimiento de los coágulos. Estos coágulos convenientemente tratados, formaran los flóculos y estos decantarán en la etapa de sedimentación. (García-Fayos, Arnal, & Sancho, 2012)	24
5. MARCO METODOLÓGICO	31
5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
5.2. POBLACION	31
5.3. MUESTRA	31
5.4. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	31
5.4.1. ETAPA 1: Caracterización de los parámetros fisicoquímicos (turbiedad, pH, dureza y solidos totales) y microbiológicos (Coliformes totales).....	32



5.4.2. ETAPA 2: Determinación de la calidad y dosis óptima del coagulante natural para la remoción de materia orgánica en las muestras de agua. 36

5.4.3. ETAPA 3: Evaluación de la eficiencia del coagulante natural en la remoción de turbiedad de las muestras de agua. 37

Para determinar la eficiencia de remoción de los diferentes parámetros se utilizará la siguiente ecuación:..... 37

7. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES ¡Error! Marcador no definido.

Etapa 1: Determinación la efectividad de los coagulantes naturales en la remoción de materia orgánica ¡Error! Marcador no definido.

Etapa 2: ¡Error! Marcador no definido.

Solución del coagulante natural ¡Error! Marcador no definido.

Prueba de jarras ¡Error! Marcador no definido.

Etapa 3: ¡Error! Marcador no definido.

8. PRESUPUESTO ¡Error! Marcador no definido.

RECOMENDACIONES 67

BIBLIOGRAFÍA 68

ANEXOS 71



LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1 Muestra de ph.....	40
Grafica 2 Concentacion turbiedad vs resolucion	43
Grafica 3 concentaciones de dureza total CaCo3 en comparacion con los parametros estipulados por el IDEAM.....	44
Grafica 4 Analisis solidos totales vs norma tecnica colombiana	50
Grafica 5 Analisis solidos totales vs valor limite permisible.....	54
Grafica 6 parametro de turbiedad inicial vs final.....	61
Grafica 7 Cassia Grandis vs Sulfato de Aluminio Al2 (SO4)3.....	62



LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustracion 1 Escala de ph	20
Ilustración 2 Proceso de tratamiento de agua	23
Ilustración 3 Principales coagulantes utilizados	25
Ilustración 4 Rio Ranchería	28
Ilustración 5 Muestra de ph inicial	41
Ilustración 6 Muestras para determinar turbiedad inicial	23
Ilustración 7 Muestra del rio Rancheria.....	45
Ilustracion 8 Mezclado amortiguador con el agua	46
Ilustración 9 Coloracion vino mezclado con el indicador negro de Eriocromo	47
Ilustración 10 Destilacion con EDTA	47
Ilustración 11 Coloracion azul resultado de la destilacion con EDTA.....	48
Ilustración 12 Lavado y secado de crisol.....	48
Ilustración 13 Muestra en la mufla	49
Ilustración 14 Muestra dentro del crisol en el desecador y balanza analitica	50
Ilustracion 15 Secado de la muestra	50
Ilustración 16 Lavado y enjuague de filtros	51
Ilustración 17 Proceso de secado.....	51
Ilustración 18 Registro de su peso en seco	52
Ilustración 19 Proceso de filtracion	52
Ilustración 20 Análisis y registro del peso papel filtro + sólidos suspendidos secos	52
Ilustración 21 Proceso de coagulacion	58



LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Marco legal	29
Tabla 2 Caracterizacion fisicoquimica	33
Tabla 3 Procedimientos para la caracterizacion del agua del rio Rancheria .	34
Tabla 4 Caracterizacion de los parametros fisicoquimicos y microbiologicos	35
Tabla 5 Relacion turbiedad y eficiencia de remocion	60
Tabla 6 Comparación de los parámetros físicos del Coagulante Cassia Grandis vs Sulfato de Aluminio Al₂(SO₄)₃.....	63
Tabla 7 Cronograma de actividades	64
Tabla 8 Presupuesto del proyecto	66

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A Analisis microbiano	72
ANEXO B Analisis fisicoquimico	73



INTRODUCCION

A nivel mundial la problemática de contaminación de aguas, se intensifica cada día más, sumándole el hecho que el tratamiento de las aguas para consumo humano, genera costo y a la vez impactos ambientales negativos, lo cual ha generado que los gobiernos diariamente se encuentren en la búsqueda de nuevas herramientas para optimizar estos procesos de potabilización.

En Colombia este tipo de fenómenos, aumentan de manera desmedida, especialmente en departamentos de escasos recursos como la Guajira, que a pesar de contener gran cantidad de riquezas naturales y culturales, viven situaciones de escasez de agua y alimentos, lo que genera que en esta zona del país se presentes caso desmedidos de desnutrición y mortalidad infantil; debido a esta problemática junto con los altos costos de las sustancias químicas para coagulación-floculación, se busca desarrollar un coagulante natural para utilizar dentro de los procesos de tratamiento de agua potable, que permite reducir costos y además presenta un alto grado de biodegradabilidad, de tal forma que le permita al estado colombiano reducir los costos de potabilización y brindar mayor cobertura.

Se realizará este proyecto de investigación para obtener el título de ingeniero ambiental y sanitario en la Universidad Popular del Cesar.



1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente el crecimiento demográfico acelerado ha generado un déficit en el cubrimiento de los servicios de agua potable; principalmente porque los procesos de tratamiento del agua, generan altos costos para el estado y que muchas veces no se invierte en este tipo de obras que son de vital importancia para la población; de acuerdo a lo anterior, uno de los procesos de mayor importancia en la clarificación del agua.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, Colombia es un país rico en recursos hídricos, pero también es cierto que existen falencias significativas en cuanto a la cantidad y calidad de agua disponible para muchas regiones del país, como es el caso de La Guajira, lo cual de acuerdo a Escobar (2014), en este departamento el 37% de la población (323.384), el agua consumida fue de bajo tratamiento e involucró muestras en riesgo alto en las dos zonas y finalmente para el 20.1% de la población (175.772 habitantes), posiblemente consumieron agua directa de la fuente y están relacionadas con muestras inviables sanitariamente.

Las comunidades indígenas que habitan en las rancherías del departamento de la Guajira no tienen acceso al agua potable ni saneamiento básico, por lo que las aguas del Río Ranchería no cuentan con tratamientos de ningún tipo, haciendo que esta sea un cuerpo de agua contaminado por sólidos y bacterias, lo cual genera enfermedades en los seres humanos que habitan en estas zonas, ya que ellos utilizan pozos, jagüeyes y ríos como fuente de abastecimiento de agua. Esta agua es usada principalmente para consumo humano, cocina, lavado de platos y de ropa, además cumplen la función de abrevaderos.

Con el pasar de los días y la llegada de la temporada seca el nivel de agua de esta fuente hídrica disminuye pasando de un caudal medio que está comprendido entre



6,3 - 7,8 m³/s a un caudal de 3,5 m³/s, lo que genera que no contenga agua en algunos meses del año; dificultando las actividades llevadas a cabo por las personas que viven cerca a este Río, en muchos casos el agua se encuentra contaminada por bacterias como la E.Coli y otros parásitos debido a la falta de tratamiento de estas aguas. (JAIME POLANIA, 2006).

“Los municipios de Uribí, Maicao, Manaure y la Jagua del Pilar presentan los mayores porcentajes de necesidades básicas insatisfechas (NBI); es decir la pobreza se concentra en la zona norte y es allí precisamente donde se ubica la mayor parte de la población indígena.” (Defensoria del pueblo, 2014).

El consumo de esta agua contaminada es perjudicial para la salud de las personas que la consumen, la cual causa enfermedades gastrointestinales, erupciones en la piel y en otros casos puede provocar la muerte, donde de acuerdo al DANE (2011), el Departamento de La Guajira presenta las tasas más elevadas de Mortalidad infantil en la Región atlántica, con un porcentaje de 32,05%.

Según estudios realizados por la OMS (2018), la tasa de mortalidad nacional por enfermedad diarreica aguda es de 10,5 casos por 1000 niños menores de cinco años; los Departamentos de Choco, Risaralda, Cesar, Boyacá, Cauca y La Guajira registraron una tasa de mortalidad mayor a la nacional, en el Departamento de La guajira se registraron 24747 casos notificados en relación a esta enfermedad presentada con una incidencia por cada 1000 habitantes de 23,8%.

1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Cuál es la eficiencia de remoción de materia orgánica del coagulante natural (Cassia Grandis), para la clarificación del agua?



1.2. SISTEMATIZACION

- ¿El coagulante natural (Cassia Grandis), podrá tener una eficiencia de remoción significativa de materia orgánica?



2. JUSTIFICACIÓN

La introducción de coagulantes naturales en los procesos de clarificación del agua, como una tecnología apropiada en zonas urbanas y rurales, se hace necesaria ante la crisis económica actual teniendo en cuenta lo que expone el autor, Vijayaraghavan (2011) que países en desarrollo como Colombia, difícilmente pueden asumir los costos de productos químicos importados para el tratamiento de aguas residuales, además se presentan efectos nocivos sobre la salud humana y el medio ambiente, debido a que tienen muy baja biodegradabilidad en el suelo y agua, formando aglomerados residuos de lodos, los cuales tienen elevados niveles de toxicidad, generando enfermedades como Alzheimer así como el hecho de que afectan considerablemente pH del agua tratada.

Coagulantes de origen vegetal como la **CASSIA GRANDIS** posee muchos beneficios como la remoción de los minerales pesados, por otra parte tiene la propiedad de utilizar las aguas tratadas que son vertidas a los afluentes debido que sus índices de contaminación se disminuyen considerablemente, con el apoyo que, Recientes investigaciones han demostrado también la eficiencia de las sustancias orgánicas en cuanto a la remoción de turbidez, color y microorganismos, además de quedar demostrada la inocuidad de estos productos naturales a la salud humana en la producción de agua limpia y segura, sin el uso del sulfato de aluminio (Cogollo, 2010).

Finalmente, en Colombia existen gran cantidad de comunidades que presentan condiciones especiales, donde al estado se le dificulta, implementar estos sistemas de tratamiento de aguas convencionales, por lo tanto, la generación de nuevos conocimientos y estudios acerca de la utilización de elementos orgánicos que permitan el desarrollo procesos de gran importancia como es la clarificación del agua o la remoción de turbiedad son necesarios, puesto que estas alternativas



significan costos menores y a la vez un proceso de implementación muy sencillo, ayudando al mitigar los impactos negativos hacia el medio ambiente, entonces observamos la importancia de buscar aplicar estos procesos a pequeña escala pero a la vez direccionarlos a proyectos de gran escala.



3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL:

Comprobar la eficiencia de remoción de material orgánico del coagulante natural (Cassia Grandis) en la clarificación de agua cruda en el río Ranchería

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Caracterizar los parámetros fisicoquímicos (turbiedad, pH, dureza, sólidos totales y sólidos en suspensión) y microbiológicos (Coliformes totales).
- Determinar la calidad y dosis óptima del coagulante natural para la remoción de materia orgánica.
- Evaluar la eficiencia del coagulante natural en la remoción de turbiedad de las muestras de agua del Río Ranchería.



4. MARCO REFERENCIAL

4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

COAGULANTES NATURALES EN SISTEMAS DE FLUJO CONTINUO, COMO SUSTITUTO DEL $AL_2(SO_4)_3$ PARA CLARIFICACIÓN DE AGUAS EN EL RIO CESAR

El uso de coagulantes como el sulfato de aluminio; sustancia que cumple eficientemente su función, pero es bio-acumulada por los humanos afectando la salud. Se analizaron muestras de agua del Rio Cesar, durante periodos seco y lluvioso, representando baja y alta turbiedad. Las biomásas fueron analizadas con y sin pre-tratamientos químicos ($Ca(OH)_2$, $CaCl_2$, NaOH y NaCl). Se efectuaron pruebas mediante dos sistemas simulando las fases de coagulación y floculación, utilizando varias dosificaciones. Las variables de control fueron color, turbiedad, OD, ST, conductividad DQO y pH. **Resultados.** Las mayores eficiencias de remoción se presentaron con pre-tratamientos excepto el cactus; encontrándose 88.26% para moringa usando $Ca(OH)_2$, 79.73 % para almidón con NaOH; 81.14 % para algas con $CaCl_2$ y 98.41 % para cactus siendo la más eficiente. Se obtuvo un eficiente comportamiento del sistema continuo con condiciones similares a las obtenidas del sistema batch. (Fuentes, Molina, & Ariza, 2016)

REVISIÓN DEL USO DE COAGULANTES NATURALES EN EL PROCESO DE CLARIFICACIÓN DEL AGUA EN COLOMBIA

La clarificación del agua es el proceso más importante de tratamiento de aguas potables, sin embargo, su aplicación requiere de recursos económicos a los que toda la población no tiene acceso. Para el éxito de este proceso es necesario la adición de coagulantes químicos, cuyo uso trae consecuencias negativas asociadas a la salud humana y al medio ambiente. Por lo expuesto anteriormente, es necesario



la búsqueda de alternativas que incluyan el uso de coagulantes de origen natural, por lo tanto, en este trabajo se realizó una revisión de los coagulantes naturales utilizados para la remoción de turbidez y color en Colombia. Se planteó una metodología cualitativa y descriptiva filtrando la información con respecto al año de publicación; del año 2000 en adelante; y la localización geográfica; Colombia. Se encontraron 7 coagulantes naturales, clasificados en extractos vegetales (*Opuntia ficus-indica*, *Moringa oleífera*, *Ipomoea incarnata* y *Cassia fistula*), almidones (plátano y maíz) y agentes de origen animal (Quitosano). Se concluyó que los coagulantes naturales identificados en esta revisión alcanzan porcentajes de remoción de turbidez y color semejantes a los de los coagulantes inorgánicos, sin embargo los beneficios para la salud humana y el ambiente, hacen de estos una alternativa viable para el tratamiento de aguas potables en zonas rurales y urbanas. (Castellanos, 2017)

EFECTO DE LA MORINGA OLEÍFERA EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL CAUCA, COLOMBIA

Se evaluó el efecto del polvo de semilla de moringa como coagulante y floculante natural en el tratamiento de aguas residuales, se utilizaron aguas resultantes del proceso de beneficio de café con turbidez mayor a 2000 Unidades Nefelométricas de turbidez (UNT) y aguas provenientes del pelado químico de vegetales con 91,5 UNT. Los tratamientos se realizaron empleando el test de jarras a 130 revoluciones/minuto a temperatura de 21,5°C con tiempo de agitación de 30 minutos para aguas residuales de beneficio de café y 15 minutos para aguas de pelado químico de vegetales. Para determinar calidad del agua se evaluó: turbidez, pH, conductividad eléctrica, cloruros, sólidos suspendidos, coliformes totales y fecales del sobrenadante; se efectuó la comparación con sulfato de aluminio utilizando la misma dosificación, los resultados indican que empleando 4 g/600 mL de agua



residual de beneficio de café se obtuvo una eficiencia del 80,9% y 73,5% con polvo de semilla de moringa y sulfato de aluminio respectivamente y empleando 0,15 g/600 mL de agua del pelado químico de vegetales se tuvo una eficiencia del 66,75% con moringa y con el sulfato de aluminio de 63,5%; estableciendo que el polvo de semilla de moringa es más efectivo en mejorar los diferentes parámetros establecidos en la investigación. (Alegria, Salamanca, Rojas, & Concha, 2016)

EVALUACIÓN DEL PODER COAGULANTE DE LA TUNA (*Opuntia ficus indica*) PARA LA REMOCIÓN DE TURBIDEZ Y COLOR EN AGUAS CRUDAS.

Mediante una investigación cuantitativa experimental se evaluó la capacidad que tiene un polvo obtenido a partir de la Tuna (*Opuntia ficus indica*) para remover turbidez y color presente en aguas crudas. En el presente texto se presentan los aspectos más sobresalientes de este trabajo, como las operaciones empleadas en la elaboración del agente coagulante, al cual se le determinó su densidad a granel, pH, contenido de carbohidratos y proteínas. Es importante resaltar, que para convertir las pencas de Tuna en un polvo coagulante color marfil, basto con someterlas a ciertos cambios físicos, usando operaciones unitarias como remoción de cutícula, secado, triturado, tamizado y extracción de pigmentos. (Garcia & Silgado, 2012)

REMOCIÓN DE TURBIEDAD DE AGUA CON COAGULANTES NATURALES OBTENIDOS DE SEMILLAS (*Eritrina americana, Quercus ilex, Acacia farnesiana, Viscum album y Senna candolleana*)

El objetivo de este trabajo fue determinar la eficiencia de remoción de turbiedad mediante extractos vegetales. Se eligieron cinco semillas: Colorín (*Eritrina americana*), bellotas de Encino (*Quercus ilex*), Huizache (*Acacia farnesiana*), Muérdago (*Viscum album*) y Quebacho (*Senna, candolleana*), con las que se



obtuvieron extractos acuosos y salinos (NaCl 1M) que se probaron como como coagulante como remoción de la turbiedad en aguas turbias superficiales preparadas en caolín. Se determinó que a medida que aumenta el pH, la actividad de coagulación tiende a aumentar. Se estableció un pH de trabajo de 8 y las pruebas de dosis se llevaron a cabo en un aparato de prueba de jarras a temperatura ambiente. Los resultados muestran que el que podría tener una aplicación como coagulante primario es el extracto de la semilla de huizache, con una remoción de la turbiedad de 60% en aguas con turbiedad baja (50 UTN) y de 30% en aguas con turbiedad alta (100 UTN). (González, 2013)

4.2. MARCO TEÓRICO

4.2.1. Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua

El agua contiene diversas sustancias químicas y biológicas disueltas o suspendidas en ella. Desde el momento que se condensa en forma de lluvia, el agua disuelve los componentes químicos de sus alrededores, corre sobre la superficie del suelo y se filtra a través del mismo. Además, el agua contiene organismos vivos que reaccionan con sus elementos físicos y químicos. Por estas razones suele ser necesario tratarla para hacerla adecuada para su uso como provisión a la población. El agua que contiene ciertas sustancias químicas u organismos microscópicos puede ser perjudicial para ciertos procesos industriales, y al mismo tiempo perfectamente idónea para otros. Los microorganismos causantes de enfermedades que se transmiten por el agua la hacen peligrosa para el consumo humano. Las aguas subterráneas de áreas con piedra caliza pueden tener un alto contenido de bicarbonatos de calcio (dureza) y requieren procesos de ablandamiento previo a su uso. (Orellana, 2005)



4.2.1.1. Turbiedad

Se define como la propiedad óptica de una muestra para disipar y absorber la luz en vez de transmitirla en línea recta [16]. En el caso del agua, esta es causada por las partículas coloidales como la arcilla, minerales, algas, diminutas partes de materia orgánica e inorgánica, plancton y microorganismos. Partículas como estas le proporcionan color aparente al agua. En términos matemáticos, la turbidez se puede definir como el logaritmo natural de la disminución de la intensidad luminosa, al pasar un rayo de luz a través de un medio de espesor l , así: (Garcia & Silgado, 2012)

Ecuación 1 Determinación de la turbiedad

$$\tau = \frac{1}{l} \ln \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

Fuente: (Garcia & Silgado, 2012)

4.2.1.2. pH

Se debe al equilibrio carbónico y a la actividad vital de los microorganismos acuáticos. Respecto a lo primero, la secuencia de equilibrios de disolución de CO_2 en un agua, y la disolución de CO_3^{2-} e insolubilización de HCO_3^- determinan el pH de un agua. Además, la fotosíntesis reduce el CO_2 disuelto de un agua, mientras que la respiración de los organismos heterótrofos produce CO_2 causando efectos contrarios. Por otro lado, los ácidos naturales (H_2S o ácidos húmicos) acidificarían un agua mientras que la disolución de rocas y minerales de metales alcalinos y alcalinotérreos del terreno la alcalinizaría. El valor de pH de aguas superficiales está entre 6-8,5, siendo las aguas subterráneas más ácidas que las superficiales. En lagos y embalses, el pH varía cíclicamente, disminuyendo con la profundidad del agua. (Galvín, 2010)

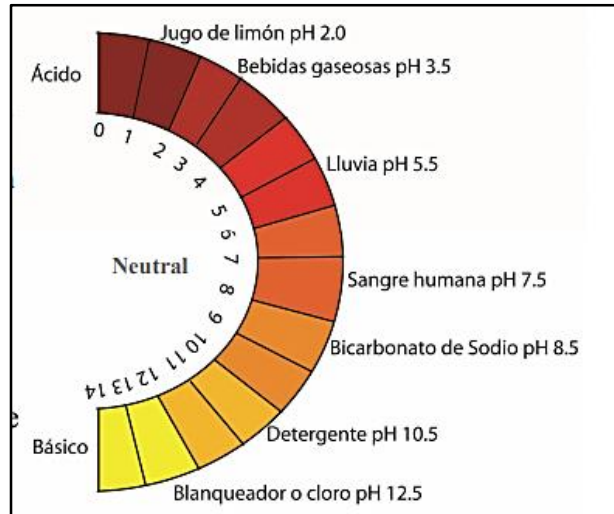


Ilustración 1 Escala de PH

Fuente: (Sigler & Bauder, S.F)

4.2.1.3. Dureza total

La presencia de sales de magnesio y calcio en el agua depende fundamentalmente de las formaciones geológicas atravesadas por el agua de forma previa a su captación. Las aguas subterráneas que atraviesan acuíferos carbonatados (calizas) son las que presentan mayor dureza y dichos acuíferos están formados por carbonatos de calcio y magnesio. (Castellanos, 2017)

Clasificación de la dureza del agua (° H F): (Galvín, 2010)

- < 7: agua muy blanda
- 7-14: agua blanda
- 14-32: agua de dureza intermedia



- 32-54: agua dura
- 54: agua muy dura

4.2.1.4 Sólidos totales (TDS)

Es una medida de la materia en una muestra de agua, más pequeñas de 2 micrones (2 millonésimas de un metro) y no pueden ser removidos por un filtro tradicional. TDS es básicamente la suma de todos los minerales, metales, y sales disueltos en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua. TDS es clasificado como un contaminante secundario por la Agencia de Protección Ambiental de los EU (USEPA) y se sugiere un máximo de 500 mg/L en agua potable. (Sigler & Bauder, S.F)

4.2.1.5. DQO (Demanda química de oxígeno)

La demanda química de oxígeno, DQO, corresponde a la cantidad de oxígeno requerida para oxidar completamente por medios químicos los compuestos orgánicos a CO₂ y H₂O. En la práctica, la materia orgánica en agua es oxidada por K₂Cr₂O₇ bajo condiciones estrictas (en medio de ácido sulfúrico concentrado, y a una temperatura de 160 °C). La cantidad de oxígeno del dicromato usado, es determinada y expresada como DQO. (Osorio & Peña, 2008)

4.2.1.6. DBO (Demanda bioquímica de oxígeno)

La demanda bioquímica de oxígeno, DBO, se define como la cantidad de oxígeno usado por los microorganismos no fotosintéticos a una temperatura de 20°C, para metabolizar los compuestos orgánicos degradables biológicamente. (Osorio & Peña, 2008)

En aguas superficiales, la descomposición de la materia orgánica tiende a usar oxígeno disuelto y formar bióxido de carbono. Esta demanda bioquímica de oxígeno,



de acuerdo a como la define la American Public Health Association, es como sigue: “el oxígeno expresado en ppm requerido durante la estabilización de materia orgánica capaz de descomponerse por acción bacteriana aeróbica”. (Pérez, León, & Delgadillo, 2013)

4.2.2. Sistema de tratamiento del agua

Para garantizar la potabilización del agua se hacen necesario eliminar todas las impurezas presentes en ella, para lograr este objetivo es preciso combinar varios tratamientos elementales, cuyas bases pueden ser físicas, químicas o biológicas. A través de estos procesos se remueven las partículas suspendidas, coloidales y disueltas, en el agua cruda. (Garcia & Silgado, 2012)

El agua potable, es aquella, que es apta para el consumo humano y debe reunir las siguientes características: (Garcia & Silgado, 2012)

- ✓ Ser limpia, incolora e inodora.
- ✓ Contener oxígeno disuelto.
- ✓ Debe contener cierta proporción de sales minerales disueltas.
- ✓ No contener materias orgánicas en descomposición.
- ✓ No debe contener microbios patógenos.
- ✓ Debe ser capaz de disolver bien el jabón y los detergentes

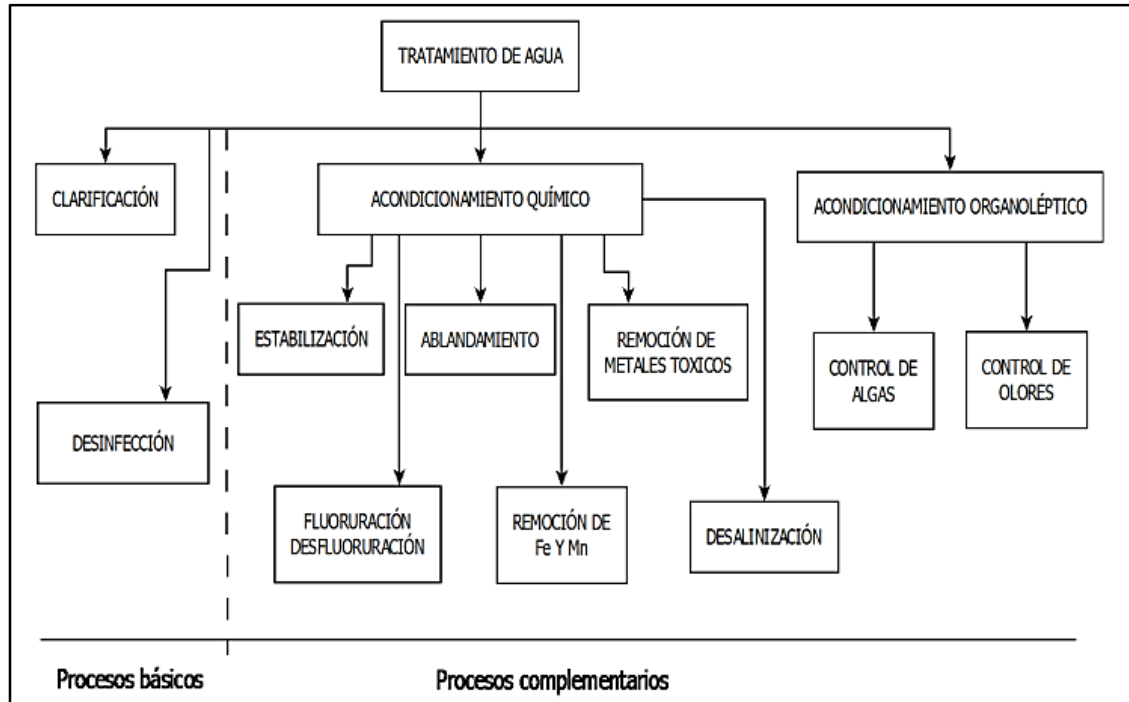


Ilustración 2 Proceso de tratamiento de agua

Fuente: (Garcia & Silgado, 2012)

4.2.3.1. Coagulación

Son procesos fisicoquímicos utilizados para eliminar las partículas coloidales de las aguas residuales industriales. Este fenómeno ocurre al adicionar un agente coagulante, el cual cancela las cargas electrostáticas de las partículas al tiempo que origina una compresión de la capa difusa que rodea los coloides, lo cual les permite la formación de flóculos a través de un mecanismo de puentes entre partículas, produciendo una malla porosa en función de su radio efectivo, facilitando así la formación de macro flóculos. Muchos coagulantes son ampliamente utilizados en los procesos de tratamiento de agua, estos coagulantes pueden clasificarse en coagulantes inorgánicos, polímeros orgánicos sintéticos y coagulantes de origen natural. (Bravo, 2017)



4.2.3.2. Flocculación

La flocculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad. Suceden que los flóculos formados por la aglomeración de varios coloides no sean lo que suficientemente grande como para sedimentar con rapidez deseada, por lo que el empleo de un flocculante es necesario para reunir en forma de red, formando puentes de una superficie a otra enlazando las partículas individuales en aglomerados. (Castellanos, 2017)

4.2.4. Los coagulantes

Sustancias naturales o artificiales, que dosificadas adecuadamente en una masa homogénea de agua que contiene partículas en suspensión (turbidez), son precursoras de generar la afinidad entre ellas, favoreciendo el crecimiento de los coágulos. Estos coágulos convenientemente tratados, formaran los flóculos y estos decantarán en la etapa de sedimentación. **(García-Fayos, Arnal, & Sancho, 2012)**

Los principales coagulantes utilizados para desestabilizar las partículas y producir el floc son: (Castellanos, 2017)

- ✓ Sulfato de aluminio
- ✓ Aluminato de Sodio
- ✓ Cloruro de Aluminio
- ✓ Cloruro Férrico



Compuestos de aluminio	
Sulfato de Aluminio	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$
Aluminato de Sodio	$NaAlO_2$
Alumbre de Potasio	$Al_2(SO_4)_3 \cdot K_2SO_4 \cdot 24H_2O$
Alumbre de Amonio	$Al_2(SO_4)_3 \cdot (NH_4)_2SO_4 \cdot 24H_2O$
Policloruro de Aluminio	$Al_2(OH)_nCl_{6-n}$
Compuestos de Hierro	
Cloruro Férrico	$FeCl_3$
Sulfato Férrico	$Fe(SO_4)_3$
Sulfato Ferroso	$Fe(SO_4)_7 \cdot H_2O$
Otros	
Carbonato de Magnesio	$MgCO_3$

Ilustración 3 Principales coagulantes utilizados

Fuente: (Garcia & Silgado, 2012)

4.2.5. Los coagulantes naturales

Los agentes coagulantes y floculantes naturales, principalmente polisacáridos, son considerados ambientalmente amigables en comparación con los agentes orgánicos e inorgánicos debido a su biodegradabilidad. (Diamadopoulos, 2009)

Son coagulantes alternativos que pueden tener rendimientos iguales o incluso superiores a los de origen sintético, además tienen un valor agregado relacionado con las características de biodegradabilidad que lo convierten en una alternativa viable desde el punto de vista ambiental. Algunos de los coagulantes de origen natural son almidones y polisacáridos naturales, tales como la celulosa, y el quitosano, siendo este último el objeto de estudio de este trabajo. (Nieto y Orellana, 2011)



4.2.5.1. Cañandonga (Cassia Grandis)

Cassia Grandis o Cañandonga, como se lo conoce popularmente, se ha usado tradicionalmente para el tratamiento de la anemia. Originario de las Américas (norte, centro y sur) y el Caribe, es un árbol que mide hasta 30 m de altura y tiene ramas gruesas. (Lafourcade, Rodríguez, Escalona, & Fuenzalida, 2014)

En la Costa Atlántica Colombiana es popular el jugo de cañandonga también es utilizado como Madera de gran resistencia, de color gris, textura gruesa, grano irregular, se utiliza en ebanistería y construcción. (Franco, 2010)

4.3. MARCO CONCEPTUAL

Clarificación de agua: La clarificación de agua es un proceso básico para eliminar diferentes formas de contaminación de aguas.

PH: El pH es una medida de la concentración de protones (H⁺) en una solución y, por lo tanto, de su acidez o de su alcalinidad.

Turbiedad: Es el aspecto que ofrece un líquido a causa de la presencia de materias en suspensión. Su intensidad puede servir para apreciar la concentración de estas materias.

Temperatura: Magnitud física relacionada con la energía de agitación de las moléculas, que se percibe por la sensación de caliente o frío. Su unidad en el SI es el Kelvin, cuyo símbolo es K.

Dureza: Término que, normalmente, alude al contenido total de iones de calcio y magnesio presentes en un agua.



Sólidos totales: Todos los sólidos en el agua residual o aguas de deshecho, incluyendo sólidos suspendidos y sólidos filtrables.

Sólidos suspendidos: Partículas sólidas orgánicas o inorgánicas que se mantienen en suspensión en una solución.

Agua contaminada: La presencia en el agua de suficiente material perjudicial o desagradable para causar un daño en la calidad del agua.

Agua potable: Agua que es segura para beber y para cocinar.

4.4. MARCO CONTEXTUAL

4.4.1. Localización geográfica

La cuenca del Río Ranchería, está localizada en la parte baja de la Guajira, es decir desde la cabecera sur oriental de la Sierra Nevada de Santa Marta, discurriendo por sus estribaciones hasta el corredor del Valle de Upar bordeando las estribaciones de la Sierra Nevada hasta bordear los Montes de Oca y de allí tomando rumbo norte hacia su desembocadura en el Caribe, concomitante con la ciudad de Riohacha. (Corpoguajira, 2011)

El Rio Ranchería se surte de varios afluentes provenientes de la serranía del Perijá entre ellos los arroyos Tabaco, Cerrejón, la Ceiba, río Palomino, arroyo la Quebrada entre otros, y de la Sierra Nevada de Santa Marta entre los que se encuentran río Marocaso, arroyo Mamón, arroyo Aguas Blancas; por lo tanto la disponibilidad de agua es un factor que incide directamente sobre la calidad de vida de los habitantes de la cuenca. (Corpoguajira, 2011)



Ilustración 4 Río Ranchería

Fuente: Google Earth, 2017

La cuenca del río ranchería es la mayor extensión en el municipio de Distracción. De sus 50.000 hectáreas, 7.000 corresponden al municipio de Distracción 16.000 al municipio de San Juan, 13 al municipio de Fonseca y 14 al municipio de Barrancas. De las 7.000 que le corresponden a Distracción, la cuenca posee cerca de 6.000 hectáreas de flora y fauna protegiendo lagunas en los afluentes del río y representan la mayor riqueza hídrica del municipio. (Alcaldía Municipal De Distraccion, 2012)

La cuenca de este río está poblada por diferentes culturas siendo relevante y de vital importancia los asentamientos indígenas tales como Wiwa, Yulpa, Wayuu, Kogui y Aruhacos y las comunidades campesinas, colonos, mestizos, afro descendientes propias de la región, para este caso los campesinos y pobladores Guajiros. (Corpoguajira, 2011)



4.5. MARCO LEGAL

Tabla 1 Marco legal

NORMA	DESCRIPCIÓN
AGUA	
LEY 373 DE 1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
LEY 99 DE 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
LEY 23 DE 1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones.
LEY NO. 10 DE 1978	Por medio de la cual se dictan normas sobre mar territorial, zona económica exclusiva, plataforma continental, y se dictan otras disposiciones.
DECRETO 605 DE 1996	Reglamenta los procedimientos de potabilización y suministro de agua para consumo humano.



DECRETO 901 DE 1997	Tasas retributivas por vertimientos líquidos puntuales a cuerpos de agua.
DECRETO 1594 DE 1984	Normas de vertimientos de residuos líquidos. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 09 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI - Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III Libro I del Decreto 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
DECRETO 1449 DE 1977	Disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática.
DECRETO 2811 DE 1974	Se consideran factores que deterioran el ambiente, entre otros.
RESOLUCIÓN MADS 0631 DE 2015	Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.
RESOLUCIÓN NÚMERO 2115 (22 JUN 2007)	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.

Fuente: Autores



5. MARCO METODOLÓGICO

5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta es una investigación que se enmarca en el tipo Descriptivo-Aplicada donde la primera se encuentra definida como “*donde se realiza la descripción de algunos fenómenos*” (Hyman, 1955) y la segunda determinada como “*La que incluye cualquier esfuerzo sistemático y socializado por resolver problemas o intervenir situaciones*” (Vargas,2009) ya que lo que se busca realizar es mediante una serie de procesos determinar si la *Cassia Grandis* puede ser utilizada como coagulante y si es así demostrar el porcentaje de remoción de materia organica. Por tal razón esta investigación está encaminada a la consecución y utilización de alternativas mucho más viable para clarificación del agua.

5.2. POBLACION

Para esta investigación la población a estudiar es el Rio Ranchería que sirve como fuente hídrica para los indígenas que habitan en esta zona, que la emplean para uso agrícola y doméstico.

5.3. MUESTRA

En este tipo de investigación se manejará una muestra de 80lts de agua del Rio Ranchería.

5.4. DESARROLLO METODOLÓGICO

Para llevar a cabo esta investigación se llevará a cabo mediante tres (3) etapas, para el cumplimiento de los objetivos.



5.4.1. ETAPA 1: Caracterización de los parámetros fisicoquímicos (turbiedad, pH, dureza y solidos totales) y microbiológicos (Coliformes totales).

En la primera fase del proyecto se realizará una caracterización de una muestra de agua del rio Ranchería, lo cual será de vital importancia para determinar los parámetros físico químicos y microbiológicos presentes en el agua, este es un importante cuerpo Hídrico en el departamento de la Guajira, donde diferentes poblaciones, principalmente indígenas se ven beneficiadas de este, para el consumo humano y al igual para actividades domésticas, se realizara una caracterización por medio de muestras simples.

Los parámetros a evaluar son los siguientes:

- ✓ Turbiedad
- ✓ PH
- ✓ Dureza
- ✓ Solidos Totales
- ✓ Coliformes totales



Tabla 2 Caracterización fisicoquímica

PARAMETRO	UNIDADES	MÉTODO ANALITICO
Turbiedad	NTU	nefelómetro
PH	Escala de 0-14 Ácidos > 7 < básicos	electrométrico
Dureza	Mg/L CaCo3	volumétrico
Solidos suspendidos	Mg/L	volumétrico
Solidos totales	Microsiemens/cm (ms/cm)	volumétrico
Coliformes totales	NMP/ 100ML	Número más probable

FUENTE: AUTORES 2019

Tabla 3 Procedimiento para la caracterización del agua del Rio Ranchería

Parámetros	Procedimiento
Turbiedad	<ul style="list-style-type: none">✓ Se tiene que contar con los elementos de protección personal antes de proceder a realizar la caracterización✓ Se enciende el equipo de medición, en este caso el Turbidímetro, se deja calentar el equipo durante 30 minutos.✓ Deje que las muestras lleguen a temperatura ambiente.✓ En una celda, donde se depositará la muestra debe estar completamente limpia.✓ Adicione cuidadosamente la muestra en la celda de tal manera que no forme burbujas.



	<ul style="list-style-type: none">✓ Alinee la celda., Espere respuesta después de 6 segundos.✓ Se puede repetir el procedimiento y se registra.
PH	Teniendo en cuenta las normas de bioseguridad, este tipo de parámetros deben ser analizados inmediatamente, preferiblemente en el campo después de obtener la muestra, en este caso con PHmetro Digital se realiza un lavado con agua destilada y se realiza la toma de la muestra y se registra el resultado.
Dureza	<ul style="list-style-type: none">✓ Para la determinación de dureza las muestras deben guardarse en recipientes de plástico, debidamente lavados y enjuagados.✓ Prenda la bureta digital la cual debe tener la botella con solución patrón.✓ Se realice la titulación en cinco minutos con la solución patrón.✓ Adicione una gota de solución indicadora o una cantidad adecuada del reactivo en polvo seco (0.1 a 0.2 g). Poco a poco, adicione titulante estándar, agitando continuamente, hasta que desaparezcan los últimos matices rojizos.✓ Se recomienda utilizar luz natural o una lámpara fluorescente de luz día, ya que las lámparas de incandescencia tienden a producir un matiz rojizo en el azul de punto final.✓ Registre el volumen gastado para la titulación que aparece en el display de la bureta digital en el formato de volumetría.
Solidos Totales	<ul style="list-style-type: none">✓ Siempre maneje la cápsula mediante pinzas metálicas. No manipule la cápsula con la mano.✓ Marque cada cápsula con un número para identificar siempre la cápsula, emplee un marcador indeleble.



	<ul style="list-style-type: none">✓ Seque la cápsula en el Horno precalentado a 105°C durante 2 horas, lleve la cápsula a un desecador y deje enfriar, como mínimo, durante 2 horas. De esta forma se asegura el peso inicial constante de la cápsula para el análisis y se hace innecesaria la repetición del ciclo de secado, enfriado y secado de las cápsulas.✓ Pese y registre el peso de la cápsula.
Coliformes totales	<ul style="list-style-type: none">✓ Preparamos diluciones hasta 10-3.✓ Sembramos dos, tres o cinco tubos por cada dilución, según sea el caso En el caso de agua se sigue de la otra forma:✓ Cuando se trate de aguas, los resultados se darán por 100 mL. Luego, incubar a 35 °C ± 1 por 24 h.✓ Realizar la 1ra lectura (determinar la presencia de gas). Ésta se observa en las campanas. Los tubos que no sean positivos se incuban por otras 24 h más.
Solidos suspendidos	<ul style="list-style-type: none">✓ Alistar la estufa a una temperatura entre 103-105oC.✓ Empleando grafito, marcar el filtro de forma inequívoca (ej.: mediante numeración consecutiva).✓ Colocar el filtro (con la cara rugosa hacia arriba), en el equipo de filtración.✓ Aplicar vacío y lavar el filtro con 3 porciones sucesivas de 20 mL de agua destilada.✓ Mantener la filtración hasta la remoción total de las trazas de agua. Desechar el filtrado.✓ Retirar el filtro, colocarlo en un papel de aluminio y secarlo en estufa a 103-105oC durante una hora.✓ Enfriar en el desecador hasta su empleo, pesar el filtro, y registrar los datos.✓ Repetir hasta que la variación del peso sea < 4% ó de 0.5 mg (lo que resulte menor). Anotar el peso del filtro.

Fuente: IDEAM, 2007



5.4.2. ETAPA 2: Determinación de la calidad y dosis óptima del coagulante natural para la remoción de materia orgánica en las muestras de agua.

En la segunda etapa, para determinar la calidad y dosis optima del coagulante *Cassia Grandis*, se realiza el proceso de prueba de jarras, mediante el cual, se le agrega diferentes concentraciones del coagulante, con un proceso de mezcla rápida y mezcla lenta, imitando los procesos de coagulación, floculación y sedimentación dentro del tratamiento de agua potable, tal y como se muestra en el siguiente apartado.

5.4.2.1. Test pruebas de jarras (Cerón, 2016)

- ✓ Se colocó en cada uno de los vasos 1L del agua cruda (previamente agitada para suspender las partículas fácilmente sedimentables); se trabajó un máximo 100rpm y añadiendo en forma sucesiva a los distintos vasos cantidades crecientes de la disolución de coagulación, las cantidades estudiadas fueron 50, 100, 150, 200 y 250 ppm.
- ✓ Después de un 1 min de mezcla rápida en la cual se llevó a cabo la coagulación, se procedió a bajar la velocidad de agitación a 40 rpm durante 20 min para la mezcla lenta.
- ✓ Se dejó sedimentar el coagulo formado por un tiempo de 2 horas. Durante este período se observó las características físicas del coágulo, así como la velocidad relativa de sedimentación en los distintos vasos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se podrá determinar bajo que concentración se realiza la mayor remoción de sólidos, de nuestra muestra de agua del Rio Ranchería,



5.4.3. ETAPA 3: Evaluación de la eficiencia del coagulante natural en la remoción de turbiedad de las muestras de agua.

Finalmente, para determinar la eficiencia del coagulante se procede a realizar, una caracterización del agua cruda con los parámetros ya descritos, en la primera fase; por lo tanto, se observará, la capacidad de remoción de este coagulante natural; a la vez para complementar esta evaluación con la revisión bibliográfica de la eficiencia de remoción de otros coagulantes naturales y químicos, de tal manera que nos permita, determinar si este tipo de coagulante puede ser utilizado en los procesos de potabilización del agua para consumo humano.

Para determinar la eficiencia de remoción de los diferentes parámetros se utilizará la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} & \text{Eficiencia de remocion (\%)} \\ & = \frac{\text{resultado param. inicial} - \text{resultado param. final}}{\text{resultado param. inicial}} * 100 \end{aligned}$$

Teniendo en cuenta esto, no solo buscamos evaluar la eficiencia para un solo parámetro específico, si no que se busca determinar, si puede remover otro tipo de contaminantes dentro del agua.



6. ANALISIS DE RESULTADOS

6.1 ETAPA 1: Caracterización de los parámetros fisicoquímicos (turbiedad, pH, dureza y solidos totales) y microbiológicos (Coliformes totales).

Antes de realizar la caracterización de los parámetros aquí nombrados se recolectó una muestra de agua cruda el día 25 de abril del 2019 a las 07:00am en el Río Ranchería ubicado en el municipio de Distracción, La Guajira. Esta recolecta de agua fue de forma simple y puntual en la parte central del río, en el cual se sumergió el tanque a una profundidad intermedia; la cantidad de agua captada fue un tanque de 20 litros para realizar dicha caracterización y la prueba de jarras para demostrar la eficiencia de remoción del coagulante natural nombrado en la realización de dicho proyecto.

En la caracterización del Río Ranchería se determinaron los parámetros fisicoquímicos tales como: pH, turbidez, dureza y solidos totales en el laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Popular del Cesar por los estudiantes de esta investigación bajo la supervisión directa de la Ingeniera Melissa Martínez Maestre, con respecto a los análisis microbiológicos fueron realizados en el laboratorio Bioindalamb ubicado en la ciudad de Valledupar. Dentro de los parámetros la turbiedad y el pH se analizaron antes y después de la prueba de jarras para evaluar la eficiencia de la Cassia Grandis ya que es muy importante conocer sus constituyentes físicos, químicos y microbiológicos presentes en el agua.

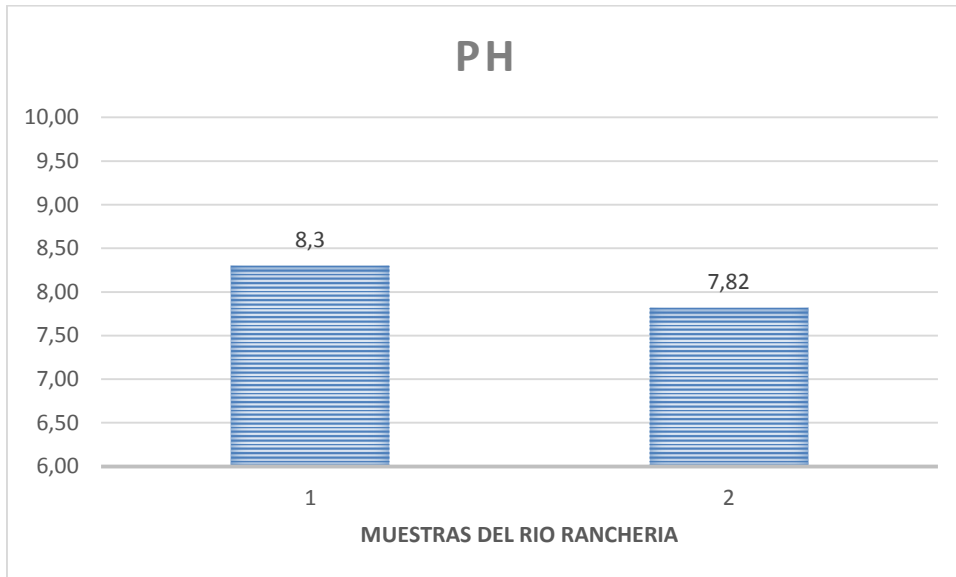
A continuación, se describen en la tabla 3 los parámetros nombrados anteriormente para saber las condiciones en que se encontraba la muestra de agua tomada del Río Ranchería.



Tabla 4 caracterización de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

PARAMETROS	VALORES OBTENIDOS INICIALMENTE	UNIDADES	VALORES OBTENIDOS FINALMENTE	UNIDADES	VALORES MAXIMOS ACEPTABLES	CUMPLE	NORMA
Ph	8,3	-	7,82	-	6,5 y 9,0	SI	RESOLUCION 2115-2007
TURBIEDAD	61,1	NTU	34,7	NTU	2	NO	RESOLUCION 2115-2007
DUREZA	-	Mg/CaCO ₃	80,07	Mg/CaCO ₃	160	SI	IDEAM
SOLIDOS TOTALES	-	Mg/L	126.667	Mg/L	200	SI	NORMA TECNICA COLOMBIANA
SOLIDOS SUSPENDIDOS	-	Mg/L	550	Mg/L	150	NO	SEGÚN RAMIREZ Y VIÑA (1998) PARA INFORME IDEAM SE SUGIERE ESTE VALOR LIMITE.
COLIFORMES TOTALES	-	Nmp/100ML	11*10 ⁵	Nmp/100ML	0	NO	RESOLUCION 2115-2007

- PH



Grafica 1. Muestra de pH



ILUSTRACION 5. MUESTRA DE PH INICIAL



Los valores reportados de PH para la muestra tomada al rio Ranchería nos evidencia un cumplimiento en la resolución 2115 de 2007; normatividad establecida para indicar parámetros en la calidad del agua, la muestra 1 es la tomada inicialmente al efluente; posteriormente la muestra 2 nos refleja la muestra tomada al agregar el coagulante, estos datos obtenidos cumplen en valores muy cercanos a la neutralidad. Es decir, es un agua que por sus características no presenta unos riesgos para la salud humana.

- **TURBIEDAD**

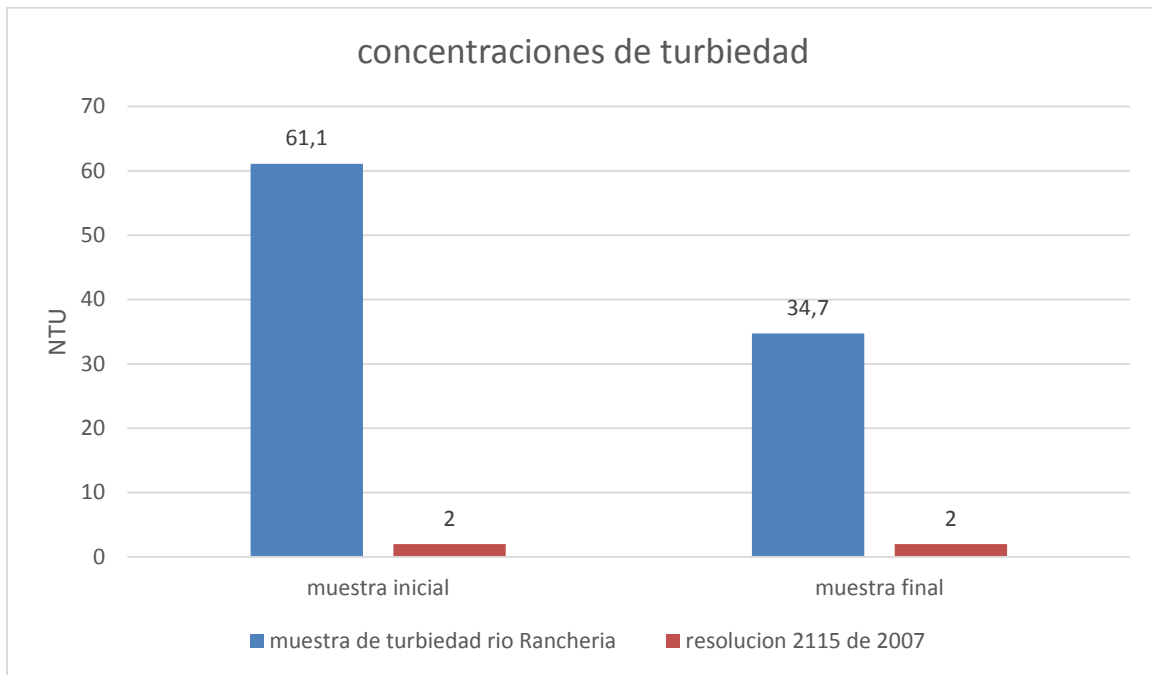
Para los cálculos de la turbiedad inicial promediamos las muestras para obtener como resultado 61.1 NTU. En las siguientes ilustraciones evidenciamos la veracidad de las muestras.

$$7.8 + 80.7 + 79.1 + 76.8 / 4 = 61,1 \text{ NTU}$$





Ilustración 6. Muestras para determinar turbiedad inicial



Grafica 2. Concentraciones turbiedad vs resolución 2115 de 2007



Como podemos observar en la (grafica 2) las concentraciones de turbiedad son muy elevadas con respecto a la normativa; es decir, estamos evidenciando un cuerpo de agua con muchas partículas suspendidas ya que estas pueden transportar contaminantes en el agua. No obstante, la aplicación del coagulante bajo los niveles de turbiedad en un 40% con respecto a la muestra inicial pero no cumple con los parámetros establecidos con la resolución 2115 de 2007 que presenta una optimización en 2 NTU.

- **DUREZA**

Para el cálculo de la dureza total de la muestra del rio Ranchería la obtenemos mediante esta ecuación:

$$\text{DUREZA (MgCaCO}_3\text{/L)} = \frac{V_{\text{edta}} * M_{\text{edta}}}{V_{\text{muestra}}} * 100091$$

Donde:

VEDTA: volumen titulante ml

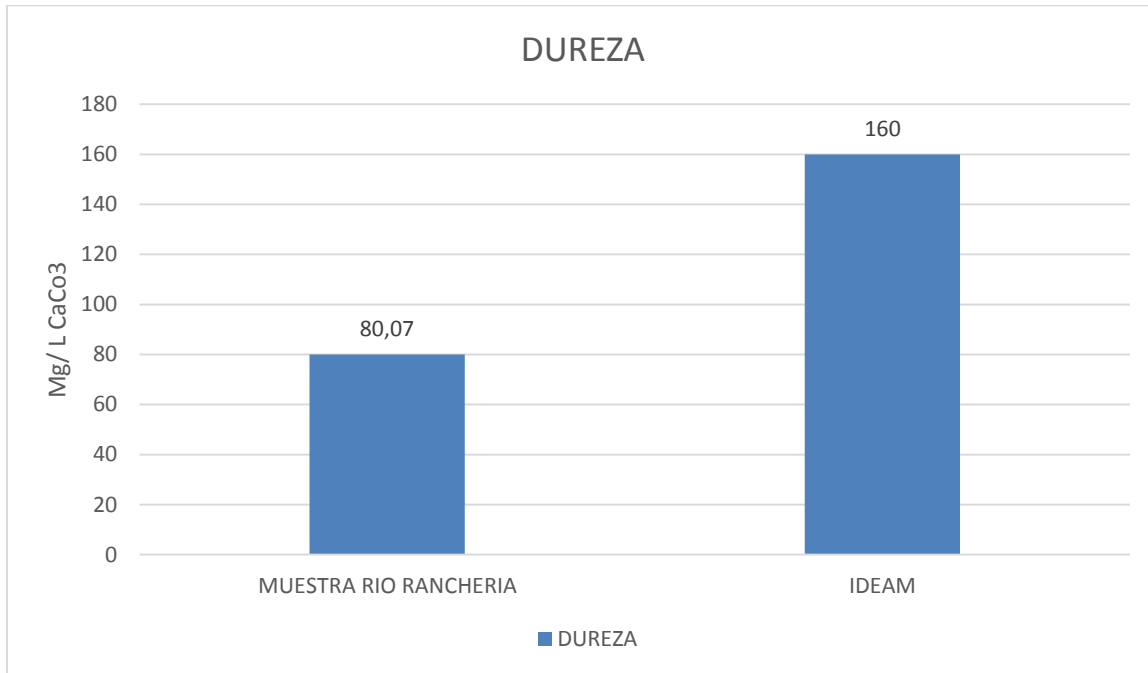
MEDTA: concentración EDTA mol/ L

VMuestra: alícuota muestra titulada ml

100091: peso atómico carbonato de calcio mg/ L

$$\text{DUREZA (MgCaCO}_3\text{/L)} = \frac{4\text{ml} * 0,01\text{M/L}}{50\text{ml}} * 100091\text{ mg/M}$$

$$\text{DUREZA (MgCaCO}_3\text{/L)} = 80,07\text{ Mg/ L}$$



Grafica 3. Concentraciones de Dureza CaCo3 en comparación con los parámetros estipulados por el IDEAM

En la gráfica 3, encontramos evidenciada la presencia de iones de calcio y magnesio en este cuerpo de agua con una concentración de 80,07 Mg/ L considerando que es una agua dura, que influye en el sabor y color del agua ya que intervienen cantidades de minerales y elementos disueltos pero cumple con los parámetros establecidos en la normativa por poseer una mineralización equilibrada.



Ilustración 7. Muestra del Rio ranchería



Ilustración 8. Mezclado amortiguador con el agua



Ilustración 9. Coloración vino mezclado con el indicador Negro de Eriocromo



Ilustración 10. Destilación con EDTA



Ilustración 11. Coloración azul resultado de la destilación con EDTA



6.1.4 SÓLIDOS TOTALES

En este parámetro determinamos el contenido de todas las sustancias inorgánicas y orgánicas contenidas en el río Ranchería. Determinamos la muestra de sólidos totales con las siguientes ilustraciones.

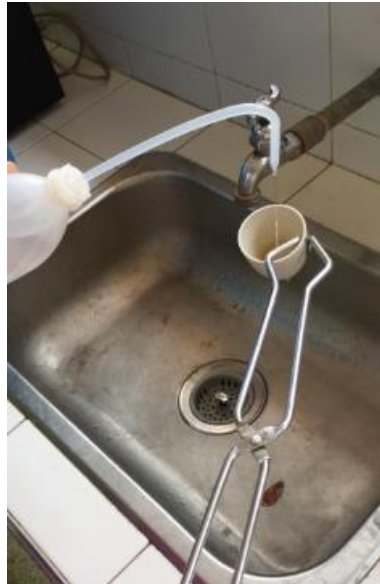


Ilustración 12. Lavado y secado de crisol



Ilustración 13. Muestra en la mufla



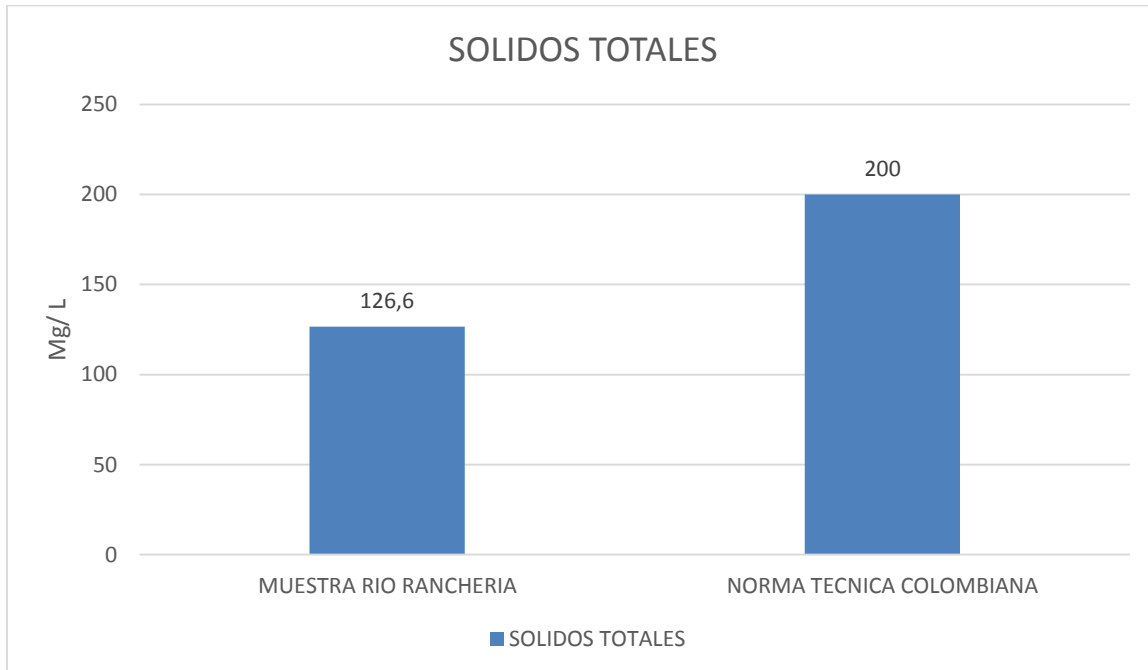
Ilustración 14. Muestra dentro del crisol en el desecador y balanza analítica



Ilustración 15. Secado de la muestra



$$\text{SOLIDOS TOTALES} = ((48.5676\text{GR/ML} - 48,5638\text{GR/ML}) / 30\text{ML}) * 10^6 = 126.667\text{MG/L}$$



Grafica 4. Análisis solidos totales vs norma técnica colombiana

En la gráfica anterior por simple inspección se observa que el parámetro de solidos totales con respecto a la muestra inicial cumple con los estándares establecidos por la norma técnica colombiana que reglamenta 200 mg/ L para este tipo de agua.

- **SOLIDOS SUSPENDIDOS**

El agua cruda natural contiene solidos suspendidos totales o residuo no filtrante de la muestra del rio ranchería que nos indican. Para evidenciar esta práctica presentamos las siguientes ilustraciones:



Ilustración 16. Lavado y enjuague de filtros



Ilustración 17. Proceso de secado



Ilustración 18. Registro de su peso en seco



Ilustración 19. Proceso de filtración

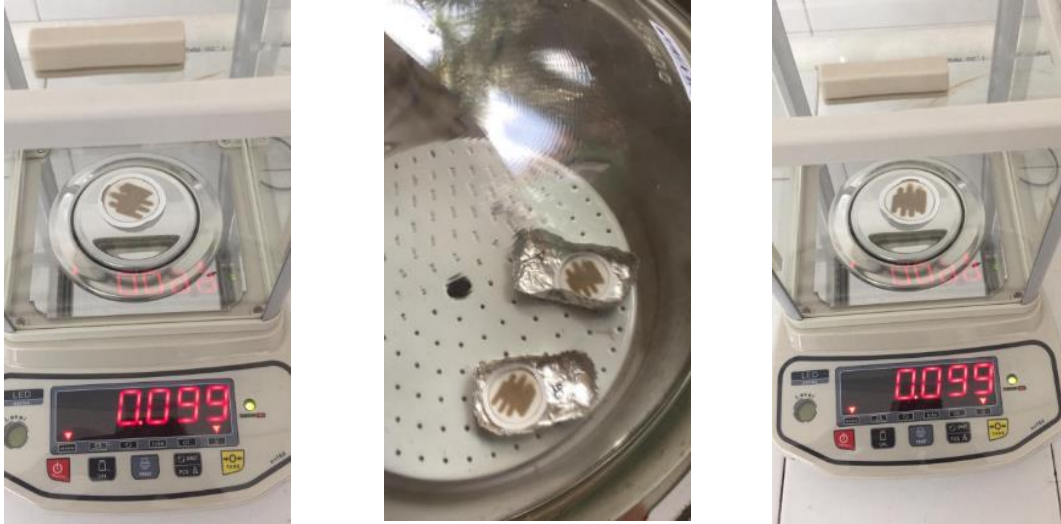


Ilustración 20. Análisis y registro del peso papel filtro + sólidos suspendidos secos

$$\text{SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES} = ((P2 - P1) / V_m) * 10^6$$

DONDE:

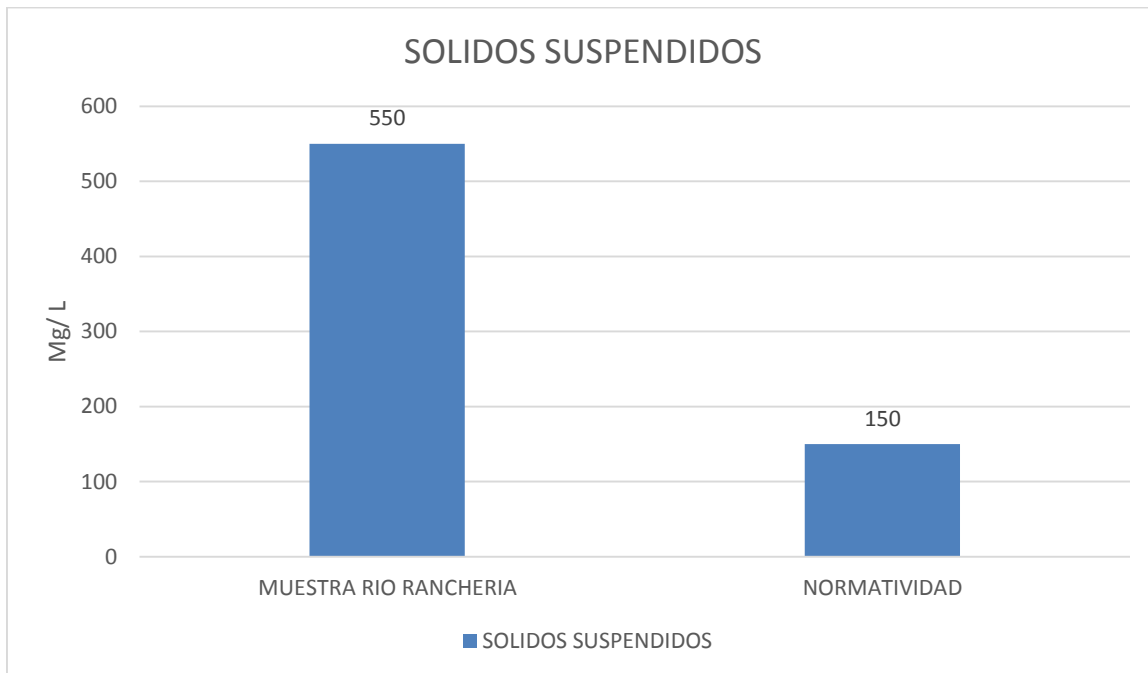
P1: peso en gramos del papel filtro

P2: peso en gramos del papel filtro + muestra

V_m: volumen de la muestra en ML

10⁶: Factor de conversión de g/ml a mg/l

$$\text{SOLIDOS SUSPENDIDOS VOLATILES} = ((0.099 \text{ gr/ml} - 0.088 \text{ gr/ml}) / 20 \text{ ml}) * 10^6 = 550 \text{ mg/l}$$



Grafica 5. Análisis solidos totales vs valor límite permisible recomendado por el IDEAM

En la gráfica anterior evidenciamos que el valor recolectado en el rio Ranchería sobrepasa más de los límites permisibles establecidos por el IDEAM en 150 Mg/ L a 550 Mg/ L un valor excesivamente elevado para esta muestra de agua. Nos refleja que presenta riesgos para la salud humana.

- **COLIFORMES TOTALES**

La presencia de este parámetro microbiológico en el cuerpo de agua nos presenta una alteración ya que según la resolución 2115 de 2007 es clara en sus estamentos que al encontrar este parámetro nos indica presencia de contaminación microbiana y una deficiente calidad en este efluente. Es decir, para nuestro análisis de



laboratorio nos arrojó $11 * 10^5$ NMP/ 100ml este resultado nos indica que está por encima de los valores permisibles y que no cumple con los estándares óptimos para consumo humano por su alta carga contaminante.

6.2 ETAPA 2: Determinación de la calidad y dosis óptima del coagulante natural para la remoción de materia orgánica en las muestras de agua.

Teniendo evaluada y analizada la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de río se empleó el uso del coagulante natural Cassia Grandis la cual es encontrada en la región lo cual nos fue de gran ayuda en relación a su acceso de facilidad para su posterior utilización, esta planta es muy eficaz en la aglomeración de partículas en el agua según estudios realizados en La Universidad del Norte utilizados en la remoción del material suspendido en el agua.

Las concentraciones que se emplearon para encontrar la dosis óptima de Cassia Grandis fueron de 50, 100, 150 y 200 mg/L, que fueron establecidas teniendo en cuenta el rango de concentraciones reportadas por Babu & Chaudhuri (2005).

Para la obtención del coagulante en polvo se utilizó la metodología propuesta por el autor Lugo, 2017 en la Universidad del Norte donde se realizan 3 pasos para obtener el coagulante en polvo y poder crear una mezcla homogénea con cierta cantidad de agua del río, pero a estos pasos se le adicionaron otros en la parte de trituración para mejorar dichas condiciones del coagulante; y estos fueron:

-Trituración y tamizado de las semillas: Las semillas de Cassia fueron peladas en Chiriguaná, Cesar el día 29 de marzo del 2019 a las 08.59am, luego fueron colocadas durante 3 días consecutivos al sol para eliminar toda la miel que estaba adherida a la semilla seca, es decir hasta el día 31 de marzo, luego el 01 de abril se prosigue a lavar las semillas para eliminar todo el residuo meloso que quedó luego de haberse secado, después se repite el proceso de sol periódico durante dos días más, ese último día de sol se aprovecha y se continua a moler las semillas en un



molino manual, lo cual fue muy dificultoso por lo resistente que era la semilla seca, pero intentando persistentemente se puede moler la pulpa de cañandonga como comúnmente se les conoce, obtuvimos un polvo con muchos grumos, esto fue para el día 03 de abril es decir, con muchas impurezas por lo cual se necesitaba purificar más, entonces esperamos regresar a Valledupar para mejorar las condiciones del polvo impuro, estando acá en la universidad el día 26 de abril con ayuda de la Ingeniera Melissa Martínez Maestre pudimos conseguir prestado un molino eléctrico en el CIDI de la universidad el cual nos ayudó a obtener un completo polvo de las semillas para poder crear nuestra mezcla de coagulación, luego en este proceso utilizamos tamices de granulometría fina para hacer pasar el coagulante por la serie de tamices y utilizar el polvo que quedaba en el tamiz de abajo y finalizamos utilizamos bolsas completamente limpias para evitar la absorción de humedad.

- Extracción del compuesto activo: El compuesto activo de los coagulantes se extrajo teniendo en cuenta el proceso descrito por Yin (2010), pero a diferencia de este no se usó agua destilada, sino el agua cruda de río filtrada con el biofiltro. Para ello, se adicionaron 10g de polvo del coagulante en 1 L del agua filtrada en botella plástica (tanque de 20L), obteniendo una solución de 10g/L (10000 mg/L).

-Dilución de la muestra inicial: A partir de las concentraciones iniciales del coagulante se dosificaron las concentraciones requeridas para las pruebas de jarras mediante una dilución de la solución inicial (10000 mg/L). Las dosis optimas de coagulación fueron las siguientes de manera simultánea: 5ml, 10ml, 15ml, 20ml y 25ml a 1%p/v, a continuación, se agrega el cálculo:



1%p/v

$$\frac{10gr}{100ml} * \frac{1000ml}{1l} * \frac{1000mg}{1gr} = 10.000mg/l$$

$$C1V1 = C2V2$$

$$V2 = \frac{C1V1}{C2}$$

$$V2 = \frac{50ppm * 1000ml}{10.000ppm} = 5ml$$

$$V2 = \frac{100ppm * 1000ml}{10.000ppm} = 10ml$$

$$V2 = \frac{150ppm * 1000ml}{10.000ppm} = 15ml$$

$$V2 = \frac{200ppm * 1000ml}{10.000ppm} = 20ml$$

$$V2 = \frac{250ppm * 1000ml}{10.000ppm} = 25ml$$

La prueba de jarras la repetimos 4 veces para evitar errores experimentales en dicha investigación.

Luego de obtener las concentraciones requeridas del coagulante, se agitaron rápidamente (mezcla rápida) las jarras por un tiempo de 1 y 2 minutos con velocidad de agitación de 100rpm. Luego se agitaron un poco más lentamente (mezcla lenta) durante 20 minutos con una velocidad de agitación a 40 rpm y finalmente se dejaron reposar en un tiempo de 2 horas con el fin de que las partículas del agua se sedimenten. Una vez culminado el tiempo de reposo, se procedió a medir la turbiedad y pH de las muestras analizadas para determinar la eficiencia de remoción del coagulante.



A continuación, en ilustración 7 se presenta el diagrama del proceso de coagulación descrita con anterioridad:

FASE 1: RECOLECCION DE LA CASSIA GRANDIS



FASE 2: MOLIENDA DE LA CASSIA GRANDIS





FASE 3: TAMIZAJE DE LA CASSIA GRANDIS



FASE 4: PROCESO DE COAGULACION



Ilustración 21. Proceso de Coagulación



6.3 ETAPA 3: Evaluación de la eficiencia del coagulante natural en la remoción de turbiedad de las muestras de agua.

En la Tabla 3 caracterización de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se analizaron dichos parámetros antes y después de la prueba de jarras, dentro de los cuales resaltamos la turbiedad, pH inicial y final para saber la eficiencia de remoción del coagulante *Cassia Grandis*, así que a continuación mencionaremos los cálculos pertinentes en relación a la eficiencia de remoción:

$$\begin{aligned} & \text{Eficiencia de remocion (\%)} \\ & = \frac{\text{resultado param. inicial} - \text{resultado param. final}}{\text{resultado param. inicial}} * 100 \end{aligned}$$

$$\text{Eficiencia de remocion \#1 (\%)} = \frac{61,1 - 34,7}{61,1} * 100 = 43,207\%$$

$$\text{Eficiencia de remocion \#2 (\%)} = \frac{61,1 - 36,3}{61,1} * 100 = 40,589\%$$

$$\text{Eficiencia de remocion \#3 (\%)} = \frac{61,1 - 41,8}{61,1} * 100 = 31,587\%$$

$$\text{Eficiencia de remocion \#4 (\%)} = \frac{61,1 - 48,4}{61,1} * 100 = 20,785\%$$

$$\text{Eficiencia de remocion \#5 (\%)} = \frac{61,1 - 48,5}{61,1} * 100 = 20,62\%$$

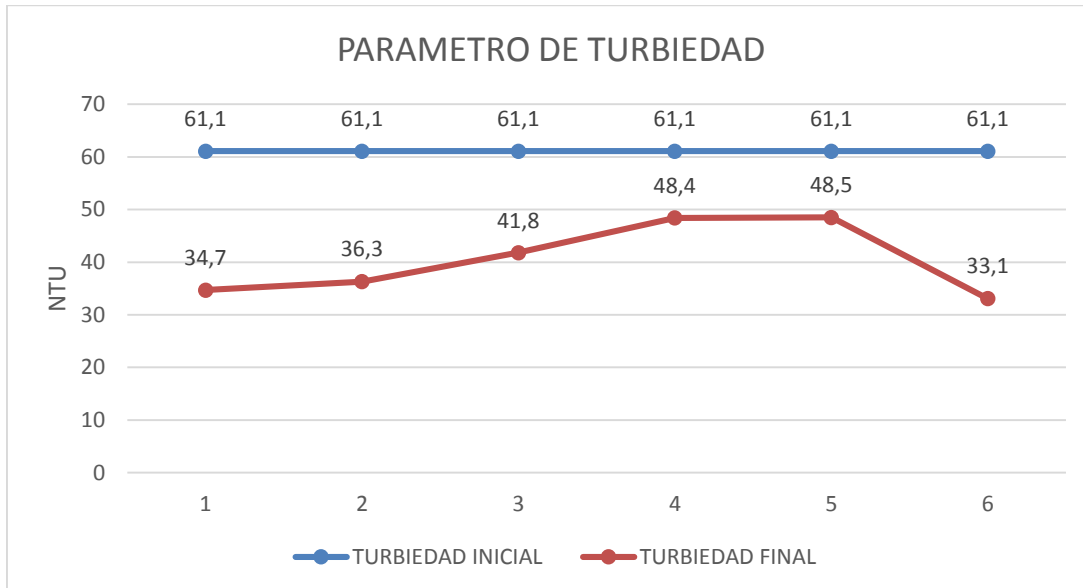
$$\text{Eficiencia de remocion \#6 (\%)} = \frac{61,1 - 33,1}{61,1} * 100 = 45,82\%$$



Tabla 5. Relación turbiedad y eficiencia de remoción

PARAMETROS/PRUEBAS	1	2	3	4	5	6
TURBIEDAD INICIAL	61,1	61,1	61,1	61,1	61,1	61,1
TURBIEDAD FINAL	34,7	36,3	41,8	48,4	48,5	33,1
EFICIENCIA DE REMOCIÓN	43,207%	40,589%	31,587%	20,785%	20,62%	45,82%

Según las observaciones visuales en el desarrollo de esta etapa se determina una variación poco significativa en la eficiencia del coagulante para la remoción de la turbiedad, nos permite observar las variables más relevantes que oscilan entre los 20% y 50% en la eliminación del material orgánico presente en la muestra de agua tomada al río Ranchería; no obstante, la Cassia Grandis, nos evidencia una deficiencia para ser utilizada como coagulante en la clarificación del agua.



Grafica 6. Parámetro de turbiedad inicial vs final

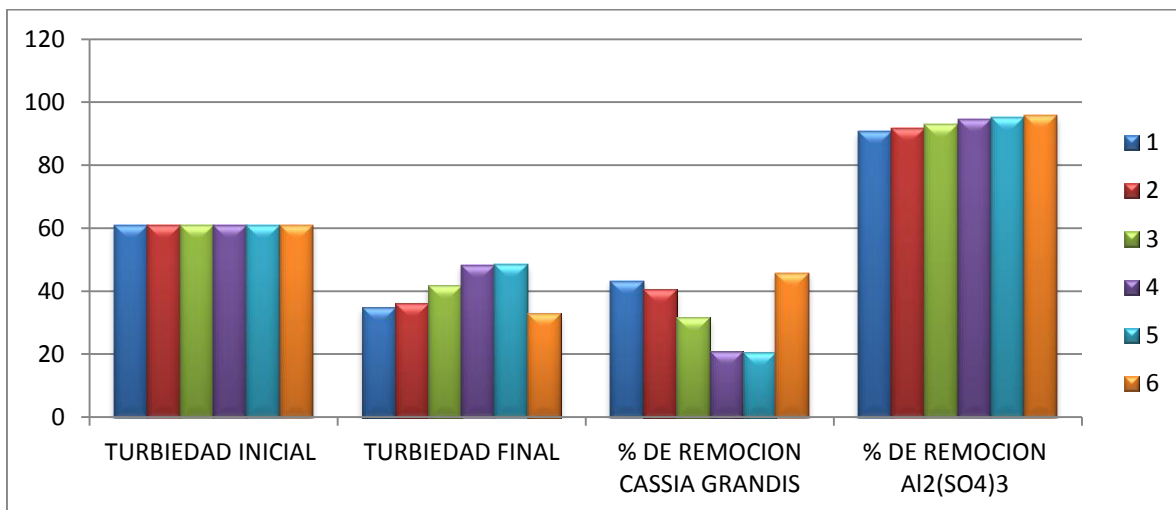
En la gráfica 4, denotamos la variación al momento de la toma inicial de la muestra y aplicado el coagulante se puede deducir que no es una alternativa de tratamiento óptimo para remoción ya que no cumple con los estándares establecidos por la resolución 2115 de 2007 el cual reglamenta que para este cuerpo de agua y para que el agua sea apta para consumo humano debe cumplir con lineamientos que evidencien la clarificación estipulada en 2 NTU. Como se observa en la gráfica con el coagulante natural Cassia Grandis se notó el parámetro de turbiedad del agua después de ser tratada presentó una disminución a medida que se aumentaba la dosis de coagulante y podemos deducir que el porcentaje de remoción de la turbiedad es directamente proporcional a el aumento de la dosis de coagulante.

CASSIA GRANDIS vs SULFATO DE ALUMINIO $Al_2(SO_4)_3$

Se realizó una comparación entre en coagulante natural CASSIA GRANDIS y el coagulante $Al_2(SO_4)_3$ para conocer el comportamiento de la remoción de cada uno



de estos, los resultados que se obtienen en la remoción de sulfato de aluminio fueron obtenidos de un proyecto de investigación dados en la universidad Nacional de Colombia sede Medellín ya que los valores de turbiedad del Río Ranchería en el departamento de la Guajira y la quebrada Doña María departamento de Antioquia son similares, es por ello que se procedió hacer esta comparación, la cual encontraremos en el siguiente gráfico:



Grafica 7. Cassia Grandis vs Sulfato de Aluminio Al2 (SO4)3

En el grafico se observa la gran eficiencia de la remoción del coagulante Al2 (SO4)3, y podemos ver que se encuentra por encima de la CASSIA GRANDIS, no se puede desconocer que igual hubo remoción del coagulante natural pero en pequeños porcentajes, podemos decir que este coagulante natural sería efectivo en menor turbiedad, ya que puede hacer una mejor remoción en aguas con estas características, mientras que el coagulante químico tiene flexibilidad de uso en diferentes tipos de agua ya que tiene la capacidad forman partículas de mayor tamaño que facilitan la clarificación de las aguas. Cabe resaltar que el mecanismo de trabajo del coagulante de sulfato de aluminio es eficiente ya se tiene los



mecanismos de compresión de la doble capa, adsorción o neutralización de la carga, coagulación de barrido, absorción y formación del puente.

Coagulante Natural CASSIA GRANDIS Rio ranchería			Coagulante sulfato de aluminio Doña María	
Parámetros	Valor inicial	Valor final	Valor inicial	Valor final
pH	8,3	7,82	8,2	7,32
DUREZA mg/l	0	34,7	0	33,8
SOLIDOS TOTALES INICIALES mg/l	0	126,667	0	130
SOLIDOS SUSPENDIDOS mg/l	0	550	0	560

Tabla 6 Comparación de los parámetros físicos del Coagulante Cassia Grandis vs Sulfato de Aluminio Al₂ (SO₄)₃

Por tener características de aguas similares, se hace una correlación para determinar la influencia que tendría el coagulante químico Sulfato de Aluminio Al₂ (SO₄)₃ en el Rio Ranchería.



CONCLUSIONES

Dentro del análisis detallado de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se identificó que la utilización del coagulante natural *Cassia Grandis* es deficiente para la optimización del agua para consumo humano ya que sus parámetros de remoción no alcanzan los niveles y estándares estipulados por las normativas colombianas para agua apta para consumo humano pero sus estándares de desempeño cumplen como ayudante en los procesos de coagulación.

- Los valores reportados de PH en la normatividad establecida para indicar parámetros en la calidad del agua, en los datos obtenidos al inicio y posterior al coagulante cumplen en valores muy cercanos a la neutralidad, es decir, es un agua que por sus características no presenta unos riesgos para la salud humana.
- Las concentraciones de turbiedad son muy elevadas con respecto a la normativa; es decir, estamos evidenciando un cuerpo de agua con muchas partículas suspendidas ya que estas pueden transportar contaminantes en el agua. No obstante, la aplicación del coagulante bajo los niveles de turbiedad en un 40% con respecto a la muestra inicial pero no cumple con los parámetros establecidos con la resolución 2115 de 2007 que presenta una optimización en 2 NTU.
- Encontramos en nuestra muestra evidenciada la presencia de iones de calcio y magnesio con una concentración de 80,07 Mg/ L considerando que es una agua dura que cumple con los parámetros establecidos en la normativa por poseer una mineralización equilibrada.



- Concluimos que el parámetro de sólidos totales con respecto a la muestra inicial cumple con los estándares establecidos por la norma técnica colombiana que reglamenta 200 mg/ L para este tipo de agua.
- Evidenciamos que el valor recolectado en el río Ranchería sobrepasa más de los límites permisibles establecidos por el IDEAM en 150 Mg/ L a 550 Mg/ L un valor excesivamente elevado para esta muestra de agua. Nos refleja que presenta riesgos para la salud humana.
- Determinamos que la presencia de coliformes totales el cuerpo de agua nos presenta una alteración ya que según la resolución 2115 de 2007 es clara en sus estamentos que al encontrar este parámetro nos indica presencia de contaminación microbiana y una deficiente calidad en este efluente. Es decir, para nuestro análisis de laboratorio nos arrojó $11 \cdot 10^5$ NMP/ 100ml este resultado nos indica que está por encima de los valores permisibles y que no cumple con los estándares óptimos para consumo humano por su alta carga contaminante.
- Por último, la una variación poco significativa en la eficiencia del coagulante para la remoción de la turbiedad, nos permite observar las variables más relevantes que oscilan entre los 20% y 50% en la eliminación del material orgánico presente en la muestra de agua tomada al río Ranchería; no obstante, la Cassia Grandis, nos evidencia una deficiencia para ser utilizada como coagulante en la clarificación del agua. se denota que el parámetro de turbiedad del agua después de ser tratada presento una disminución a medida que se aumentaba la dosis de coagulante y se deduce que el porcentaje de remoción de la turbiedad es directamente proporcional a el aumento de la dosis de coagulante pero es deficiente en el cumplimiento de los lineamientos que evidencien la clarificación de un agua apta para consumo humano.



RECOMENDACIONES

- Realizar un análisis del comportamiento del coagulante a base de Cassia Grandis en poblaciones que se abastecen de agua con niveles de turbiedad bajas.
- Evaluar la eficiencia de otros coagulantes naturales para la clarificación de agua cruda.
- Utilizar la Cassia Grandis como un ayudante de coagulación por el bajo porcentaje de remoción.
- Solicitar apoyo técnico por parte de la Universidad Popular del Cesar para seguir estudiando los parámetros fisicoquímicos e incentivar al estudio de cuerpos de agua cruda.



BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldia Municipal De Distraccion. (2012). *MUNICIPIO DE DISTRACCIÓN*.
- Alegria, C. F., Salamanca, M. L., Rojas, C. M., & Concha, J. P. (julio de 2016). EFECTO DE LA Moringa oleífera EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN EL CAUCA, COLOMBIA. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 100-109.
- Bravo, M. A. (2017). *COAGULANTES Y FLOCULANTES NATURALES USADOS EN LA REDUCCIÓN DE TURBIDEZ, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, COLORANTES Y METALES PESADOS EN AGUAS RESIDUALES*. Bogotá.
- Castellanos, F. L. (2017). *REVISIÓN DEL USO DE COAGULANTES NATURALES EN EL PROCESO DE CLARIFICACIÓN DEL AGUA EN COLOMBIA*. Bogotá.
- Coporacion autonoma regional de la Guajira, CORPOGUAJIRA. (2011). *PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DE AGUA SUBTERRÁNEA, SU ADMINISTRACIÓN Y APROVECHAMIENTO. EN EL MUNICIPIO DE MAICAO, LA GUAJIRA*. Guajira. Obtenido de http://www.corpoguajira.gov.co/web/attachments_Joom/article/483/PMA%20MAICAO.pdf
- Defensoria del pueblo. (2014). *Crisis humanitaria en La Guajira*. Bogotá.
- ESCOBAR, D. I. (2014). *Disponibilidad, cantidad y calidad del recurso hídrico en La Guajira en el siglo XXI*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/44113/1/55242266.2014.pdf>
- Franco, F. J. (2010).



- Fuentes, N., Molina, E. J., & Ariza, C. P. (2016). *Coagulantes naturales en sistemas de flujo continuo, como sustituto del $Al_2(SO_4)_3$ para clarificación de aguas*. valledupar.
- Galvín, R. M. (2010). *Características físicas, químicas y biológicas de las aguas* .
- García, J. M., & Silgado, L. E. (2012). *EVALUACIÓN DEL PODER COAGULANTE DE LA TUNA (Opuntia ficus indica) PARA LA REMOCIÓN DE TURBIDEZ Y COLOR EN AGUAS CRUDAS*. Cartagena de indias. Obtenido de [http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/137/1/EVALUACION%20DEL%20PODER%20COAGULANTE%20DE%20LA%20TUNA%20\(Opuntia%20ficus%20indica\)%20PARA%20LA%20REMOCION%20DE%20TURBIDEZ%20Y%20COLOR%20EN%20AGUAS%20CRUDAS..pdf](http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/137/1/EVALUACION%20DEL%20PODER%20COAGULANTE%20DE%20LA%20TUNA%20(Opuntia%20ficus%20indica)%20PARA%20LA%20REMOCION%20DE%20TURBIDEZ%20Y%20COLOR%20EN%20AGUAS%20CRUDAS..pdf)
- García-Fayos, B., Arnal, J. M., & Sancho, M. (2012). *USO DE COAGULANTES NATURALES: ANÁLISIS DEL POTENCIAL EN EL TRATAMIENTO DEL AGUA POTABLE PARA PAÍSES DESARROLLADOS Y EN VÍAS DE DESARROLLO*. valencia.
- González, L. V. (junio de 2013). REMOCIÓN DE TURBIEDAD DE AGUA CON COAGULANTES NATURALES OBTENIDOS DE SEMILLAS (Eritrina americana, Quercus ilex, Acacia farnesiana, Viscum album y Senna candolleana). *NATURALEZA Y DESARROLLO*, 11(1). Obtenido de https://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/sites/www.ciidiroaxaca.ipn.mx.revista/files/pdf/Vol11No1/NYD_Vol-11-1-Art-3.pdf
- Lafourcade, A., Rodríguez, J. R., Escalona, J. C., & Fuenzalida, C. L. (2014). *Estado del arte en Cassia grandis L. f. (cañandonga)*. Ciudad de la Habana.
- Orellana, J. A. (2005). *CARACTERÍSTICAS DEL AGUA POTABLE*.



Osorio, P. C., & Peña, D. (2008). *Determinación de la relación DQO/DBO5 en aguas residuales de comunas con población menor a 25.000 habitantes en la VIII región.*

Pérez, C., León, F. M., & Delgadillo, G. R. (2013). *TRATAMIENTO DE AGUAS MANUAL DE LABORATORIO.*

Ramírez, H., & Jaramillo, J. (2015). AGENTES NATURALES COMO ALTERNATIVA PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA. 136-153.

Sigler, W. A., & Bauder, J. (s.f.). *Educación en el agua de pozo.*



ANEXOS

ANEXO A ANALISIS MICROBIOLÓGICO

	FORMATO ANÁLISIS FISIQUÍMICO	VIGENCIA	
		10 - 01 - 19	
		VERSION: 2	PAG: 1

REPORTE DE ENSAYO
No 1599

ODS No.	1599
Códigos:	0419-1599-1

I. INFORMACIÓN DEL SOLICITANTE

CLIENTE:	YIMMI ROJAS			NIT/C.C.	NI
CONTACTO/CARGO:	YIMMI ROJAS	DIRECCIÓN:	Manz 3 Casa 8 Casmiro		
DEPARTAMENTO:	Cesar	MUNICIPIO:	Valledupar	TELÉFONO:	3173757634

II. INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

CÓDIGO	NATURALEZA DE LA MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	LUGAR DE MUESTREO	MUESTRA TOMADA POR		Cliente		
				FECHA DE MUESTREO	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2019-04-25	HORA: 08:00am	
0419-1599-1	AGUA CRUDA	AGUA SUPERFICIAL RIO RANCHERIA	RIO RANCHERIA (Districción-Guajira)	FECHA DE INGRESO MUESTRA	2019-04-25	HORA:	11:40am	
				FECHA INICIO DE ENSAYOS	2019-04-25			
				FECHA FINALIZ. DE ENSAYO	2019-05-03			
				FECHA DE REPORTE	2019-05-03			

N.A. No aplica

N.I: Información no suministrada

III. RESULTADOS

FISIQUÍMICOS

MICROBIOLÓGICOS

						RESULTADOS
ENSAYO	METODO DE REFERENCIA	UNIDAD	VALOR DE REFERENCIA	LDM	LCM	0419-1599-1
Coliformes Totales	SM 9221 B,E/ Técnica de fermentación en Tubos	Nmp/100ml	No aplica	No aplica	1,8	11 x 10 ⁶

Observaciones:

Nota:

Laboratorio Bioindalamb informa que el presente informe es válido solo para la muestra sometida a análisis. La utilización de los resultados es de uso exclusivo del cliente y No debe hacerse reproducción parcial del presente informe.

Pedro José Fragoso C.
BACTERIOLOGO MSc. Ph.D.
T.P. 507-02
PEDRO JOSÉ FRAGOSO C.
Bacteriólogo MSc. Ph.D.



ANEXO B ANALISIS FISICOQUIMICO

	FORMATO ANÁLISIS FISICOQUÍMICO	VIGENCIA	
		10 - 01 - 19	
		VERSION: 2	PAG: 2

Coliformes por NMP en Agua Cruda





**Universidad
Popular del Cesar**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
AMBIENTAL Y SANITARIA**



**LA ACREDITACIÓN ES
EL COMPROMISO DE TODOS**