



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”

ESCUELA DE POSGRADO

**MAESTRÍA EN INGENIERIA QUIMICA
MENCION PROCESOS QUIMICOS AMBIENTALES**



TESIS

“Semillas de Guanábana (*anona moricata*) como coagulante-floculante orgánico en el tratamiento de aguas residuales domésticas del mercado de Ica. 2019

ELABORADO POR:

Luis Alberto Massa Palacios

**Para optar el Grado de Maestro en Ingeniería Química, con mención en
Procesos Químicos Ambientales.**

Asesor: Ramiro Zuzunaga Morales

Ica – Perú

2021

LINEA DE INVESTIGACION

AREA DE LA UNIVERSIDAD: CIENCIAS E INGENIERIA

**LINEA DE INVESTIGACION INSTITUCIONAL: CIENCIAS
NATURALES, INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS SOSTENIBLES..**

DEDICATORIA

*A mi esposa, hijos y nietos
A mi madre*

AGRADECIMIENTO

*Agradecer a Dios por su eterna misericordia
para conmigo.*

*A mi esposa, hijos ,nietos, mama y hermanos
por su constante apoyo*

INDICE

	Pág.
CARATULA	i
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
RESUMEN	ix
ABSTRAC	x
CONTRACARATULA	xi
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	
1.1.- Antecedentes	01
1.1.1.- Internacionales	01
1.1.2.- Nacionales	03
1.2 BASES TEORICAS	05
1.2.1.- Coagulación - Floculación	05
1.2.1.1.- Etapas del proceso de coagulación	05
1.2.1.2.- Floculación	06
1.2.1.3.- Tipos de coagulantes-floculantes	07
1.2.2.- La guanábana	08
1.2.2.1.- Descripción general	08
1.2.2.2.- Características Morfológicas	08
1.2.2.3.- Composición Proximal de la Guanábana	09
1.3.- MARCO CONCEPTUAL	11

CAPÍTULO II PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	12
2.2.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
2.2.1.- Problema General	12
2.2.2.- Problemas Específicos	13
2.3.- JUSTIFICACION E IMPORTANCIA	13
2.3.1.-Justificacion	13
2.3.2.- Importancia	13
2.4.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	14
2.4.1.- Objetivo general	14
2.4.2.- Objetivos específicos	14
2.5.- HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION	14
2.5.1.- Hipótesis General	14
2.5.2.- Hipótesis específicas	14
2.6.- VARIABLES DE LA INVESTIGACION	15
2.6.1-Identificacion de variables	15
2.7.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	15

CAPÍTULO III DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACION

3.1.- TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	16
3.1.1.- Tipo de Investigación	16
3.1.2.- Nivel de Investigación	16
3.1.3.- Diseño de la investigación	16
3.2.- POBLACIÓN, MUESTRA	16
3.2.1 Población	16
3.2.2 Muestra	16

CAPÍTULO IV TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1.- TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	18
4.1.1.- Acondicionamiento de las semillas de guanábana.	18
4.1.2.- Preparación de la semilla como coagulante	19
4.1.3.- Determinación de pH	20
4.1.4.- Determinación de Turbiedad	20
4.1.5 Operación de sedimentación	21
4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS .	22
4.3. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E I NTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	23

CAPÍTULO V CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS

5.1.- CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL	24
5.2.- CONTRASTACION DE LA HIPOTESIS ESPECIFICAS	24

CAPÍTULO VI PRESENTACIÓN , INTERPRETACIÓN Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

6.1.- PRESENTACIÓN E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS	26
6.1.1.- De los Resultados obtenidos	26
6.2.- INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS	33
6.2.1.- De las mediciones de la turbiedad del agua residual.	33
6.2.2.- De los experimentos realizados	33

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

ANEXOS

INDICE DE CUADROS Y TABLAS

Cuadro 01 Composición proximal de diferentes partes de la guanábana (<i>Anona muricata</i>)	20
Cuadro 02 operacionalización de las variables	25
Tabla 01 Concentración del coagulante de semillas de Guanábana	30
Tabla 02 Análisis de varianza de un Factor	25
Tabla 03 Primera corrida experimental	26
Tabla 04 Segunda corrida experimental	27
Tabla 05 Tercera corrida experimental	27
Tabla 06 Cuarta corrida experimental	28
Tabla 07 Remoción de la Turbiedad	28
Tabla 08 Concentración del coagulante y Porcentaje de la Remoción	29
Tabla 09 pH y concentración del coagulante	30
Tabla 10 Promedio del pH y concentración del coagulante	30
Tabla 11 pH y Porcentaje de la Remoción	32

INDICE DE FIGURAS

Grafico 1 Remoción de la Turbidez en función de la concentración	29
Grafico 02 Variación del Ph y concentración del coagulante	30
Grafico 03 Ph y porcentaje de remoción	32

RESUMEN

Introducción. La sedimentación es un proceso preliminar en el tratamiento de las aguas residuales, radica en la aplicación de un coagulante que aglomere las partículas suspendidas haciéndolas más pesadas, para luego separarlas. Se indagaron iniciativas de recursos naturales limpias y económicas de origen vegetal para reemplazar los coagulantes de origen inorgánicos.

Objetivo. Evaluar las Semillas de Guanábana (*Anona Moricata*) como coagulante-floculante orgánico en el tratamiento de aguas residuales domésticas de Ica. 2019

Materiales y métodos. El método empleado en la remoción de la turbiedad mediante el ensayo de las jarras, considerando los parámetros de concentración de los coagulantes, pH y ; para evaluar la turbidez (NTU), del agua residual. . Aplicando una cantidad de 0.8 g/500m, la turbidez del agua residual alcanza niveles del 54,78 % de remoción. El coagulante natural afectó ligeramente el pH del agua tratada hallándose valores entre 8,92 y 7,58. **Conclusión.** La harina de semilla de la Guanábana (*Anona Moricata*) como coagulante orgánico natural mostró efectividad en la remoción de la turbidez del agua residual doméstica.

Clave: turbidez, semillas, anona, residual

ABSTRAC

Introduction. Sedimentation is a preliminary process in the treatment of wastewater, lies in the application of a coagulant that agglomerates suspended particles making them heavier, and then separates them. Clean and economic natural resource initiatives of plant origin are intended to replace coagulants of inorganic origin. Objective. Evaluate Soursop Seeds (*Anona Moricata*) as organic coagulant-flocculant in the domestic wastewater treatment of Ica. 2019 Materials and Methods. The method used in the removal of turbidity by testing the jugs, taking into account the coagulant concentration parameters, pH and ; to assess the turbidity (NTU), of wastewater. . Applying an amount of 0.8 g/500m, the turbidity of wastewater reaches levels of 54.78 % removal. The natural coagulant slightly affected the pH of the treated water, with values between 8.92 and 7.58. Conclusion. Soursop seed flour (*Anona Moricata*) as a natural organic coagulant showed effectiveness in removing turbidity from domestic waste water.

Key: turbidity, seeds, anona, residual

CONTRACARATULA

MAESTRIA EN INGENIERIA QUIMICA

MENCION: PROCESOS QUIMICOS AMBIENTALES

TITULO

Semillas de Guanábana (*anona moricata*) como coagulante-floculante orgánico en el tratamiento de aguas residuales domésticas del mercado de Ica. 2019

AUTOR: LUIS ALBERTO MASSA PALACIOS

ASESOR: DR. RAMIRO ZUZUNAGA MORALES

INTRODUCCIÓN

El título del presente trabajo de Investigación: “Semillas de Guanábana (*anona moricata*) como coagulante-floculante orgánico en el tratamiento de aguas residuales domésticas del cercado de Ica. 2019”, el cual se encuentra dividido en nueve acápite. Enseguida se describe de manera sintetizada el contenido de cada una de ellas.

En el acápite uno se describe la situación problemática del estudio que es la búsqueda de nuevas materias primas naturales para el tratamiento de aguas residuales y se realiza la formulación del problema de investigación, se justifica la investigación y se le puntualiza su importancia.

En el apartado dos son las bases teóricas de la investigación, en el que se ha buscado los antecedentes nacionales como internacionales de temas similares al nuestro sobre el tratamiento de aguas residuales empleando recursos vegetales para la coagulación y floculación de las mismas.

En el acápite tres y cuatro se plantea las hipótesis, variables y operacionalización de las variables, así como los objetivos de la investigación.

El acápite cinco presenta la metodología para la selección de los procesos de tratamiento aplicables a este proyecto. Se detallan las discreciones de valoración de según los objetivos del tratamiento, se comparan las alternativas propuestas y se selecciona el proceso de tratamiento.

El acápite seis contiene matriz de consistencia de la investigación, seguidamente el acápite siete con las fuentes de información consultadas, el acápite ocho se aprecia el cronograma del estudio planteando las respectivas etapas de avance del trabajo, y finalmente se presenta el presupuesto de la investigación que son los recursos financieros para la viabilidad del presente trabajo.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1.- ANTECEDENTES

1.1.1.- Antecedentes Internacionales

Contreras Lozano, Aguas Mendoza, Salcedo Mendoza, Olivera Verbel, & Mendoza Ortega, (2015) en su artículo científico “El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua”. Tiene como objetivo, Evaluar la eficiencia del mucílago extraído del Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario al sulfato de aluminio, en el proceso de clarificación de agua proveniente del Rio Magdalena. La clarificación se realizó con el procedimiento de la Prueba de jarras, teniendo en cuenta parámetros como concentración de los coagulantes, pH y Velocidad de agitación; para valorar la turbidez (NTU), color (UPC), sólidos totales disueltos (mg/L), pH y conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en el agua tratada. Como resultado se obtuvo una fracción del 20 % de polímero (mucilago) de nopal y una velocidad de agitación de 200 rpm, disminuye la turbidez del agua hasta valores mínimos a 2 NTU, obteniendo niveles de eficiencias mayores al 50 % de la turbidez. Se logró reducir el color hasta 0 UPC, y el contenido de STD hasta valores inferiores al 200mg/L. El coagulante del nopal natural no afectó el pH del agua tratada, la conductividad aumentó en algunos tratamientos quizás a causa del coagulante primario. En conclusión, el mucílago de nopal como coagulante suplementario al sulfato de aluminio mostró efectividad en la clarificación del agua. (p.40)

Moscozo Barrios, (2015) en su tesis “Uso de almidón de yuca como sustituto del Sulfato de Aluminio en el proceso de coagulación-floculación en Sistemas de tratamiento de agua para potabilización”.

La utilización de elastómeros en el proceso de coagulación y floculación está bastante desarrollada y es práctica corriente en muchas plantas de tratamiento de agua. Desde el punto de vista ambiental, hay reportes que en el análisis realizado a muestras de aguas potabilizadoras se han encontrado trazas de sulfato de aluminio (Arboleda et al, (1975)), de esto la investigación es orientada a encontrar qué porcentaje del sulfato de aluminio puede ser sustituido por almidón de yuca, en el proceso de coagulación-floculación para la potabilización de agua.

Lo anterior se logra a través del aislamiento del almidón de yuca donde se emplea la metodología de Aparicio (2003), este se utiliza yuca común para el consumo humano; donde de una serie de pasos se logra aislar el almidón de yuca. Los diferentes niveles de turbiedad se lograron empleando arcilla llamada caolín, para establecer turbiedades que van de 0 a 1000 NTU. Luego de determinar la dosis óptima de 70 miligramos por litro de sulfato de aluminio a través de la prueba de jarras su fue sustituyendo el sulfato de aluminio por almidón de yuca en proporciones del 20 %. De esto, y luego de realizar 60 pruebas para determinar si es posible sustituir el sulfato de aluminio hasta un 40 % por almidón de yuca para lograr valores inferiores a 5 NTU, se determinó que sí es posible para ciertos valores de turbiedad iniciales. (Moscozo,2015)

A pesar que los valores de sustitución resultan ser elevados para el empleo de un producto natural, el análisis económico del empleo del almidón de yuca en el proceso indica que no reduce los costos, al contrario, incrementaría los costos de operación de una planta potabilizadora.

Bravo Gallardo, (2017) en su trabajo monográfico “Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales”. En este ensayo se llevó a cabo la compilación de datos sobre los principales parámetros fisicoquímicos presentes en aguas residuales con la aplicación

de extractos procedentes de materia prima vegetales. Para esto, se recolectó y caracterizó información bibliográfica de quince especies de plantas y dos extraídos de animales, los cuales se encuentran reportados en la literatura científica con actividad coagulante y floculante y los convierten en sustituyentes de productos químicos como el sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$ y el cloruro férrico ($FeCl_3$) conocidos por ser los coagulantes químicos más utilizados en el proceso de potabilización del agua. El trabajo realizado se indicó específicamente las partes del recurso vegetal utilizado, la tipificación de las sustancias coagulantes dinámicas en las referidas especies, como proteínas, taninos y carbohidratos principalmente. A fin de describir las situaciones óptimas y prácticas para los métodos de coagulación y floculación, es primordial buscar novedades del mecanismo químico del fenómeno de coagulación y floculación subyacente. Es necesario indicar, que para resultados inmejorables en el proceso de coagulación y floculación es inevitable tener en cuenta los efectos de algunos factores como el pH, las porciones del coagulante y cantidad inicial de los contaminantes. Sin embargo, en algunas especies vegetales, el pH no altera significativamente la capacidad coagulante en relación con los coagulantes inorgánicos (Mishra et al., 2002). Los polímeros examinados en las diferentes bibliografías revisadas han expuesto ser eficientes con altos valores de separación de los contaminantes, por tanto surge la necesidad de llevar a cabo estudios a escala industrial. (Bravo, 2017)

1.1.2.- Antecedentes Nacionales

Aguirre Cruz, Francisco (2015) en su tesis Efecto del proceso de Coagulación con Sulfato Férrico en la remoción de Arsénico del agua de río Rímac, Aris industrial SA, Lima-2014, el objetivo fue determinar el efecto que produce el proceso de la coagulación con sulfato férrico en la remoción de arsénico del agua de río Rímac. Como ha quedado garantizado en la investigación, el río Rímac está contaminado por metales y esencialmente por el arsénico, como resultado de los pasivos ambientales mineros. El componente con mayor toxicidad reconocido en el río Rímac

por sus efectos nocivos para la salud, es el arsénico, clasificado como carcinógeno por el Instituto Internacional del Cáncer. Para llevar a cabo los tratamientos prácticos, se obtuvieron porciones de agua cruda en el río Rímac, específicamente en el punto de la bocatoma de la Atarjea de Lima; utilizando el procedimiento de ensayo de jarras, que es una práctica normalizada por la ASTM D 2035-08 y el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria, el cual se usó para simular los métodos de coagulación, floculación y sedimentación en el procedimiento del agua, también se valoraron las concentraciones de arsénico en agua cruda y tratada con el kit de análisis de arsénico Mercko quant de Merck, cuyos resultados se confirman con el sulfato férrico que movió hasta el 97% del arsénico de 60 ug/L en agua cruda hasta 2 ug/L en agua depurada, cumpliendo la norma de calidad de agua para consumo humano. (Aguirre, 2014)

Neciosup Obando, Valderrama Ramos, & Nole Burgos, (2019)

Influencia del peso y tiempo de agitación de coagulantes naturales en la remoción de turbiedad del agua del río Pollo-Otuzco

La presente investigación experimental, tuvo como objetivo determinar la influencia del peso y tiempo de agitación de coagulantes naturales en la remoción de la turbiedad del agua del río Pollo, como una alternativa de solución para minimizar su contaminación, provocada por los mismos pobladores, la red de alcantarillado, la acumulación de desechos orgánicos, procedentes de ganado vacuno, ovino y porcino, los cuales por filtración son transportados hacia las riberas del río, produciendo focos infecciosos, que generan malos olores; así como la aparición de mosquitos, roedores; los cuales pueden desatar epidemias, alterando la salud de los pobladores y cubierta vegetal. Se trabajó a nivel de laboratorio en base a una muestra de 50 litros de agua, extraída de este río. Se aplicó un diseño considerando como factores, el tipo de coagulante natural (cáscaras, de papa, de yuca y de tuna), el peso y el tiempo de agitación, con 2 repeticiones por tratamiento; validando los datos a través del Turbidímetro. Los resultados evidenciaron

que a un peso de 0.2 gramos del coagulante natural de la cáscara de yuca influye significativamente en la turbiedad de agua en el río Pollo con un porcentaje de remoción del 30,50%.

1.2. BASES TEORICAS

1.2.1.- Coagulación

“La coagulación es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de reactivos llamados coagulantes y la aplicación de la energía de mezcla” (Andía, 2000). Asimismo, (Richter, Pérez, & Cánepa, 1984) “resalta que el proceso de coagulación depende fundamentalmente la eficiencia de los procesos subsiguientes en el tratamiento del agua”.

Osorno, (2009) establece que el objetivo principal de la coagulación es desequilibrar los coloides dado que reduce la potencial zeta de las partículas a través de añadir coagulantes. La desestabilización se lleva a cabo por la unión que se relaciona entre las partículas coloidales y los micro floculos de carga positiva. El punto óptimo para el proceso de la coagulación se da cuando el potencial zeta alcanza su más bajo valor, o punto isoeléctrico, predominando las fuerzas de Van der Waals. El proceso de coagulación no solo reduce o elimina la turbidez del agua sino también la cantidad apreciable de materia orgánica y los microorganismos patógenos..

1.2.1.1.- Etapas del proceso de coagulación

Según Richter (1984) y Andía (2000) y citado por (Lopez Perez M. , 2018), el ensayo de coagulación se lleva a cabo en un corto tiempo, y en cinco partes de forma sucesiva y simultánea, según el detalle:

Primera Fase:

Hidrólisis de los coagulantes y desestabilización de las partículas existentes en la suspensión.

Segunda Fase:

Precipitación y formación de componentes químicos que se polimerizan.

Tercera Fase:

Adsorción de las cadenas poliméricas en la superficie de los coloides.

Cuarta Fase: Adsorción mutua entre los coloides.

Quinta Fase: Acción de barrido.

1.2.1.2 Floculación

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación; consiste en la agitación de la masa coagulada permitiendo el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad. (Carranza, 2008).

Contreras, Mendoza, Salcedo, Olivero, & Mendoza, (2015) afirma que el proceso de la floculación es mejorado por la mezcla lenta que permite unir gradualmente los flóculos; una mezcla demasiado rápido los rompe y no se podrían formar en su tamaño y fuerza óptimos, este proceso puede ser regenerado añadiendo un compuesto inorgánico o ayudante de floculación.

La formación de los flóculos es consecuencia de la agrupación de las partículas descargadas al ponerse en contacto unas con otras. Puede ser causada por la colisión entre las partículas, debido a que cuando se acercan lo suficiente las superficies sólidas, las fuerzas de Van der Waals predominan sobre las fuerzas de repulsión, por la reducción de la carga eléctrica y como consecuencia la rebaja de la repulsión eléctrica.

En el proceso de choque entre las partículas intervienen en forma secuencial tres formas de transporte:

En la Floculación peri cinética: vienen hacer los contactos por adición de las partículas presentes y por el movimiento de las moléculas del líquido denominado movimiento browniano que sólo tiene influencia en partículas de dimensiones menores a un micrón. Actúa al inicio del procedimiento, en los primeros 6 a 10 segundos y es autónomo de las dimensiones de la partícula. (Andia,2000)

La floculación orto cinética o gradiente de velocidad se produce a través de uniones por flujo turbulento del líquido, esta turbulencia origina el movimiento de las partículas a desiguales velocidades y direcciones, lo cual incrementa marcadamente la posibilidad de colisión. Es efectivo sólo con partículas de tamaño mayores a un micrón. Procede en el transcurso del proceso, de 20 a 30 minutos. (Romero, 2002, p.67-71)

1.2.1.3.- Tipos de coagulantes-floculantes

“Según su naturaleza pueden ser orgánicos e inorgánicos” (Bermúdez et al, 2009), entre ellos encontraremos los consiguientes:

Coagulantes inorgánicos, que son sales de Aluminio, el más difundido y empleado es o el Sulfato de Aluminio $Al_2(SO_4)_3$ conocido también como alumbre otro coagulante conocido es el cloruro férrico ($FeCl_3$), los sulfatos de férricos y ferrosos $Fe_2(SO_4)_3$ y $FeSO_4$ y finalmente se encuentran los polímeros o polielectrolitos, en que la dosis de los compuestos orgánicos son las concentraciones bajas, siendo una gran ventaja y compensan considerable por los altos costos del polímero. (Broncano CAstillo & Rosario Cacha, 2017), igualmente es clasificada según su ionicidad aniónicos, neutros o no iónicos y catiónicos.

Los coagulantes naturales que son aquellas sustancias orgánicas obtenidas de recursos vegetales y, cuya organización polimérica son los ácidos panorámicos y glucónicos. Entre estos recursos vegetales se hallan algunas plantas como las semillas de Moringa Oleífera, que es muy efectiva en aguas con alta concentración de turbidez, así mismo cuando se emplea una sustancia polielectrolito orgánico que viene hacer ingrediente activo, se llega a reducir considerablemente las aguas de baja turbiedad. Otros floculantes naturales de origen orgánicos son conseguidos de la yuca, maíz, papa y extractos de harinas de las semillas de las plantas . (Bravo , 2017)

1.2.2.- La guanábana

1.2.2.1.- Descripción general

Las anonas moricata (guanábanas), alcanzan un grupo apreciado de más de 50 especies de arbustos y árboles de pequeñas dimensiones, de los de los cuales 8 o 10 producen frutos para su consumo. En el Perú la guanábana es conocida desde tiempos inmemoriales ya que se encuentra personificada en cerámicos de sepulcros prehistóricas encontrados en la costa peruana. La excelencia, exquisitez y calidad de sus frutos es evidente , motivo por el cual varias de las especies de las anonas se cultivan en cualquier parte del mundo que esté libre de heladas. (Durand Placencia, 2015)

1.2.2.2.- Características

Son arboles pequeños, hasta 12 m de alto; ramas jóvenes cortamente ferrugíneoseríceas, pronto glabrescentes. Las hojas son oblongas a obovadas, de 3.6 a 15.1 cm de largo y 2 a 5.2 cm de ancho, ápice obtuso a cortamente agudo, base cuneada a redondeada, cartáceas a subcoriáceas, glabras y lustrosas en el haz, cortamente seríceas hacia la base en el envés, pronto glabrescentes, con domacios en las axilas de los nervios laterales; pecíolos 0.3–0.6 cm de largo, ferrugíneo-seríceos. Flores solitarias, terminales, opuestas a las axilas o caulifloras, pedicelos 1.1–2.1 cm de largo, ferrugíneo-seríceos, con brácteas ovadas; sépalos triangular-ovados, 0.6 cm

de largo y de ancho, reflexos, ápice agudo, escasamente puberulentos; pétalos exteriores ampliamente ovados, hasta 3.5 cm de largo y 2.5 cm de ancho, ápice largamente acuminado, reflexos en la antesis, carnosos, amarillos, pétalos internos imbricados, elípticos a redondeados, algo más pequeños que los exteriores, ápice redondeado, en la base adelgazados en forma de uña, amarillos, con cuerpos alimenticios cremas y dispuestos en la parte interna a lo largo de los márgenes hacia la base; estambres 4.5 mm de largo, filamentos 1 mm de largo, conectivos ensanchados, discoides, menudamente papilados, receptáculo setáceo en las bases de los estambres; ovarios 3 mm de largo, furvescentes a ferrugíneoestrigosos, estigmas capitados. Fruto ovoide a oblongo-ovoide, hasta 30 cm de largo y 15 cm de diámetro, equinado, espinas curvadas. (Guerra Blandino & Poveda Suárez, 2016,p.9).

1.2.2.3.- Composición Proximal de la Guanábana

En el cuadro N° 01 se presentan los resultados de los análisis proximales hallados de las diferentes partes de la guanábana. En estos análisis de identificación fisicoquímica se puede apreciar que las hojas secas tienen el menor contenido de humedad, y mayor contenido de cenizas, extracto etéreo, proteínas y carbohidratos. Las semillas tienen un elevado contenido de grasas (Vit, Santiago, & Perez-Perez, 2014).

**Cuadro 01 Composicion proximal de diferentes partes de la
guanabana (*Anona muricata*)**

Partes de la	Humedad	Cenizas	Extracto	
Proteínas				
Guanábana			etereo	
Hojas secas	9,87	7,17	2,94	13,92
Hojas frescas	62,64	1,85	0,70	5,63
Semillas	13,74	1,44	25,75	14,77
Pulpa	86,32	0,29	0,60	0,32

1.3.- MARCO CONCEPTUAL

Agua Residual Domestica

“Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos fisiológicos, entre otros, provenientes de la actividad humana, y deben ser dispuestas adecuadamente” (OEFA(b), s.f,p.3).

Contaminación del agua

“La contaminación del agua es la acumulación de sustancias tóxicas y derrame de fluidos en un sistema hídrico (río, mar, cuenca, etc.) alterando la calidad del agua” (Ambiente, 2016).

LMP (Límite máximo permisible)

Es la medida de concentración de los características físicos, químicos y biológicos, que identifican al efluente o una emisión, que al ser excedido puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. (OEFA, sf)

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Las datas presentes anuales del Informe Mundial de las Naciones Unidas respecto al Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018, muestran que el consumo mundial de agua se ha considerado en alrededor de 4.600 km³/año y se estima que aumente entre un 20 y un 30% (de 5.500 a 6.000 km³/año) para el año 2050 (Burek, 2016). También indica el mismo informe que el uso global del agua ha aumentado seis veces en los últimos 100 años (Wada., 2016) y sigue creciendo de manera constante a una tasa aproximada del 1% anual. (AQUASTAT, n.d.)

Así mismo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y de UNICEF (2017), corroboraban que sin embargo habían poblaciones en el mundo que no tenían acceso al agua potable. Aproximadamente 3 de 10 personas, o 2.100 millones de personas, no posee acceso al agua potable y su disponibilidad en el hogar, y 6 de cada 10, o sea 4.400 millones, les faltaba un saneamiento seguro. Esta realidad ha provocado la muerte de 361.000 niños menores de 5 años de edad anual en el mundo a causa de las enfermedades diarreicas. Estos números son corroboradas en el Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2018, donde 3.600 millones de individuos en todo el mundo (casi la mitad de la población mundial) ya están habitando en áreas con potencial escasez de agua al menos un mes al año, y podría ir en aumento entre 4.800 y 5.700 millones de habitantes en el 2050

2.2.- FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1.- Problema General

¿De qué manera se evalúa las Semillas de Guanábana (*Anona Moricata*) como coagulante-floculante orgánico en el tratamiento de aguas residuales domestica de Ica. 2019?

2.2.2.- Problemas Especificos

PE1: ¿De qué manera se determina el nivel de remoción de la turbidez en las aguas residuales domesticas utilizando la semilla de Guanábana (*Anona muricata*)?

PE2: ¿De qué forma se determinar la variación del pH en el proceso de remoción de la turbidez de las aguas residuales domésticas, utilizando la semilla de Guanábana (*Anona muricata*)?

PE3: ¿Cómo se determina la concentración eficaz de la semilla de guanábana (*Anona muricata*), como floculante en el tratamiento de las aguas residuales domesticas?

2.3.- JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

2.3.1.-Justificacion

El trabajo de investigación abre la posibilidad a nuevas tecnologías con el uso de coagulantes naturales obtenidos de especies vegetales, como una alternativa viable, menos perjudicial para la salud. Por lo tanto, en esta investigación se propone la utilización de la semilla de Guanábana como coagulante orgánico de las semillas como una alternativa orientada a mejorar la calidad del agua destinada al consumo humano y uso adecuado de las aguas residuales

2.3.2.- Importancia

La importancia de la presente investigación, es la de mejorar la calidad del agua a partir de procesos aceptables para el medio ambiente. Entre las técnicas promisorias para el tratamiento de aguas residuales podemos estimar la utilización de coagulantes y -floculantes de origen naturales, con el fin de conseguir una buena calidad del agua tratada y forjar la reducción del uso de productos inorgánicos nocivos al ambiente y para la salud humana

2.4.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

2.4.1.- Objetivo General

Evaluar las Semillas de Guanábana (*Anona Moricata*) como coagulante-floculante orgánico en el tratamiento de aguas residuales domestica de Ica. 2019

2.4.2.- Objetivos específicos

OE1: Determinar el nivel de remoción de la turbidez de las aguas residuales domesticas utilizando la semilla de Guanábana (*Anona muricata*).

OE2: Determinar la variación del pH en el proceso de remoción de la turbidez de las aguas residuales domésticas, utilizando la semilla de Guanábana (*Anona muricata*)

OE3: Determina la concentración eficaz de la semilla de guanábana como floculante en el tratamiento de las aguas residuales domesticas

2.5.- HIPÓTESIS DELA INVESTIGACION

2.5.1.- Hipótesis General

Se evalúa las Semillas de Guanábana (*Anona Moricata*) como coagulante-floculante orgánico en el tratamiento de aguas residuales domestica de Ica. 2019

2.5.2.- Hipótesis Especificas

HE1: Se determina significativamente el nivel de remoción de la turbidez en las aguas residuales domesticas utilizando la semilla de Guanábana (*Anona muricata*)

HE2: Se determina la variación significativamente del pH en el proceso de remoción de la turbidez de las aguas residuales domésticas, utilizando la semilla de Guanábana (*Anona muricata*)

HE3: ¿Determinar la concentración eficaz de la semilla de guanábana (*Anona moricata*) como floculante en el tratamiento de las aguas residuales domesticas?

2.6- VARIABLES DE LA INVESTIGACION

2.6.1-Identificación de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE: Semilla de guanábana (*Anona muricata*)

VARIABLE DEPENDIENTE: Aguas residuales domesticas

2.7.- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Cuadro 02 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DEFINICION	INDICADORES
VI: Semillas de guanábana (<i>Anona Muricata</i>)	Grano contenido en el interior del fruto de una planta y que, puesto en las condiciones adecuadas, germina y da origen a una nueva planta de la misma especie.	Cantidad de almendra. Tamaño e partícula
VD: : Aguas residuales domesticas	Son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado.	concentración del coagulante, pH, turbidez,

CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1.- TIPO, Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1.- Tipo de Investigación

El trabajo llevado a cabo está enmarcado dentro de la investigación aplicada.

3.1.2.- Nivel de Investigación:

El nivel del estudio es experimental: descriptiva, cuantitativo experimental y debido a que se realizó una descripción de las características físicas de la guanábana, así como las condiciones y cantidades usadas para determinar su acción floculante en el agua residual doméstica.

3.1.3.- Diseño de la investigación

El diseño experimental se basa en la recolección de datos obtenidos provenientes de la acción floculante de las semillas de Guanábana (*Anona moricata*) en función de la remoción de la turbidez de las muestras de agua a analizar, utilizando 08 concentraciones distintas del floculante natural, con el fin de hallar la más eficaz a través del ensayo de jarras, evaluando el nivel floculante de las semillas en aguas residuales domésticas.

3.2.- POBLACIÓN, MUESTRA

3.2.1 Población:

Estuvo conformado por 1 Kg de semilla de guanábana (*Annona Muricata* L.) y 40 litros de agua residual sintética

3.2.2.Muestra

Para cumplir con la toma de la muestra fue necesario trasladarse a la planta de las lagunas de oxidación del sector de Cachiche, que es administrada por la EMAPICA y así tomar muestras de agua residual procedentes de la entrada de la canaleta de la planta, se emplearon para este fin dos recipientes con un volumen de 10L en la primera semana de febrero del presente año con

la finalidad de obtener valores de turbiedad , temperatura y, pH , realizándose a través del equipo multiparametro proporcionado por la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la UNSLG.

CAPÍTULO IV

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

4.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El desarrollo del presente trabajo es de tipo experimental cuantitativo, el cual tiene como objetivo determinar los parámetros físicos y químicos del agua residual que abastece la planta de tratamiento del municipio de la Provincia de Ica esto con el fin de identificar la dosis y pH adecuados a fin de evaluar la efectividad como coagulante .La técnica que se utiliza es el experimental

4.1.1.- Acondicionamiento de las semillas de la guanábana

Las semillas de la guanábana presentan en su composición un alto contenido de aceite vegetal el cual debe ser extraído para poder así aprovechar la proteína que las semillas contienen la cual es importante durante el proceso de coagulación del agua residual.

Selección. -Se realizó la selección por densidad (peso) y por el color claro diferente a las semillas buenas de color más oscuro, mediante el método visual, se separó también las semillas con picaduras de insectos, ya que estas semillas pueden ocasionar rancidez en el aceite extraído.

Descascarado Se desarrolló de manera manual con un alicate, retirando las cascaras de la almendra, con la finalidad de evitar que la cascara impida la extracción, influya en el rendimiento y en la calidad de aceite. Las almendras y cascara fueron pesadas inmediatamente por separado.

Triturado

Se redujo el tamaño de las almendras a un tamaño aproximado entre 0,3 a 0,5 mm de espesor en un molino de cuchillas esta reducción de tamaño tiene la finalidad de colapsar las estructuras vegetales para que el aceite sea liberado

de la semilla con el propósito de obtener una mayor extracción del aceite y facilitar su función como coagulante

Extracción por solvente Se obtuvo aceite con el método de inmersión utilizando como solvente al benceno el cual extrajo la grasa de las almendras depositándolo en el matraz previamente tarado y por diferencia de peso se obtiene la cantidad de grasa de la muestra, este proceso se realizó por un tiempo de 6h.

Una vez finalizado el proceso de extracción del aceite, las semillas de guanábana molidas conteniendo todavía remanentes del solvente, fueron introducidas en una solución con detergente con la finalidad de disolver completamente al solvente y así obtener como producto final las semillas de guanábana molida exenta del solvente, y de la grasa, posteriormente fueron secadas hasta humedad constante. y listas para preparar las muestras de coagulantes.

4.1.2.- Preparación de la semilla como coagulante

En la preparación de la semilla para ser utilizado como coagulante esta debe ser molida hasta un polvo fino de la obtenido en el procedimiento anterior, se prepararon ocho porciones de coagulante natural a diferentes concentraciones y que se adjunta en la tabla 1 para posteriormente proceder con los ensayos de jarras:

Tabla 01 Concentración del coagulante de semillas de Guanábana

Numero	Concentración (g/500 ml de agua)
01	0.0
02	0.4
03	0.8
04	1.2
05	1.6
06	2.0
07	2.4
08	2.8

A continuación, se tomaron 500 mL de muestra, se adicionaron las concentraciones correspondientes de la semillas de guanábana molidas como coagulantes, en vasos de 500 ml de capacidad, seguidamente estas fueron agitadas por el tiempo de dos horas, previamente se les tomo el pH y la turbidez asi como la temperatura, pasado el tiempo correspondiente se procede nuevamente a medir el pH y la turbidez final y asi determinar el porcentaje de remoción de la turbidez en el agua residual sintética.

4.1.3.- Determinación de pH

La determinación del pH se realizó a través del método electrométrico, el cual, consiste en la determinación de la concentración producida por los iones hidronios a través de mediciones potenciométricas usando un electrodo de vidrio con un electrodo de referencia.

4.1.4.- Determinación de Turbiedad

La determinación de la Turbiedad se realizó a través del método Nefelométrico, el cual se basa en una comparación de la intensidad de la luz dispersada por una muestra (muestra de agua objeto de estudio) a condiciones definidas junto con la intensidad de la luz dispersada por una suspensión estándar de referencia a las mismas condiciones, en otras palabras, una

muestra la cual no deba tener turbiedad alguna y que pueda ser usada como referencia, en este caso agua destilada. Cuanto mayor sea la intensidad de la luz dispersada por la muestra de agua, mayor es la turbidez, es decir; existe una relación directa entre la dispersión de la luz proveniente de la muestra y la turbiedad.

4.1.5 Operación de sedimentación

Un test o ensayo de jarras consiste en la simulación del proceso de clarificación del agua residual recreando a menor escala las diferentes fases del proceso de clarificación; coagulación, floculación y sedimentación en este mismo orden.

Para dar cumplimiento con el planteamiento del objetivo del presente trabajo de grado, fue necesario determinar las dosis y medir el pH y la turbidez, de la muestra del agua residual sintética en los cuales los coagulantes fueron sometidos y así determinar los mejores rendimientos, se estipula un límite máximo permisible de turbiedad de 619 NTU. Para este fin se utilizó el equipo floculador, realizando así 8 ensayos de test de jarras en total, en donde por cada test se evaluaba el comportamiento de cada concentración de coagulante, y además se evaluaba el pH y la turbidez para cada concentración. Así mismo se llevo a cabo una experiencia con las primeras cuatro concentraciones de coagulantes químicos como ensayo comparativo, con el Sulfato de aluminio. $Al_2(SO_4)_3$ En otras palabras al multiplicar estas dos variantes se obtuvieron un total de 12 experiencias test de jarras.

Para el desarrollo del test de jarras se requirieron 2L de agua residual, medirle el pH y la turbidez inicial, finalmente se distribuyó en 4 Beakers de 500 mL cada uno; el equipo floculador fue puesto en marcha durante un minuto simulando el proceso de coagulación y a su vez se adicionan al mismo tiempo las diferentes dosis; es decir 0,00 0.40, 0.80; 1,2; 1.6; 2,00; 2,4 y 2,8 gramos del coagulante semillas de guanábana molida; posteriormente, se disminuye la velocidad del equipo floculador a 20 rpm durante 20 minutos,

simulando el proceso de floculación, en este proceso se efectúa la coagulación en la cual las partículas coloidales son desestabilizadas, aglomeradas (formación de los floc) y finalmente sedimentadas durante un tiempo de 60 minutos.

Pasados los 60 minutos de sedimentación de las muestras, se extrajeron con una jeringa porciones del seno de la muestra para medirle su turbiedad final, y su pH también final, la muestra con el mejor rendimiento es decir la que el equipo marca la menor turbiedad se le mide nuevamente todos los parámetros físicos y químicos para examinar que no hayan alteraciones en las propiedades principales del agua al implementar los diferentes coagulantes.

Se pudo apreciar el procedimiento de test de jarras utilizando el equipo floculador , en cada jarra o beaker se depositaban 500 mL de muestra de agua residual sintetica.

4 .2. INSTRUMENTOS DE RECOLECON DE DATOS.

Entre las técnicas utilizadas se encuentra el análisis documental y de contenido, utilizandose como instrumentos de base datos bibliográficos, planes de referenciación, medios analógicos para acopio, el uso de tablas y cuadernos de laboratorio. Asi mismo otra técnica de la observación como elemento no estructurados, fotografías, videos, y demostración de los procedimientos de desarrollados en el laboratorio. (Ramirez Ramirez, 2019)

Balanza analítica, Probetas y buretas graduadas , Peachimetro ,Turbidímetro , Cronómetro , Equipo de Prueba de jarras

Para la medición de la turbidez se utilizó el instrumento digital Turbidímetro Merk – 1500 T. ,El pH fue medido con el instrumento digital pHmeter METROHM – 744.

La velocidad de agitación fue regulado en el equipo de Prueba de jarras.

4.3. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Se utilizó el software estadístico SPSS, para el procesamiento de datos y la prueba de hipótesis, y su sinopsis de ANOVA para y se utilizó el estadístico F para la prueba de hipótesis.

5.1.- CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Se evalúa las Semillas de Guanábana (*Anona Moricata*) como coagulante-floculante orgánico en el tratamiento de aguas residuales domesticas de Ica. 2019

Se ha evaluado la semilla de Guanábana (*Anona Moricata*) como coagulante floculante organico en el tratamiento de aguas residuales domesticas de Ica con las mediciones efectuadas al pH, concentración del coagulante y del porcentaje de remoción de la turbidez

5.2.- CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL ESPECIFICAS

HE1: Se determina significativamente el nivel de remoción de la turbidez en las aguas residuales domesticas utilizando la semilla de Guanábana (*Anona muricata*) De acuerdo a la tabla 12 según el análisis de varianza y por el análisis ANOVA se puede inferir que si $F_{Exp} < F_{Crit}$ entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna concluyéndose de que si existe remoción significativa de la turbidez en el agua residual.

HE2: Se determina la variación significativamente del pH en el proceso de remoción de la turbidez de las aguas residuales domésticas, utilizando la semilla de Guanábana (*Anona muricata*)

De acuerdo a la tabla 11 se puede inferir que los valores obtenidos del pH de las aguas residuales oscilan entre 8,92 a 7,58 situándose el proceso de remoción de la turbidez en medio ligeramente basico

HE3: Se determinar la concentración eficaz de la semilla de guanábana (*Anona moricata*) como floculante en el tratamiento de las aguas residuales domesticas

Se ha determinada que la concentración más eficaz es de 0.8 g/500 ml, al obtener la remoción más alta de e 54.78 %

Análisis estadístico de los resultados con ANOVA

Tabla 02 Análisis de varianza de un Factor

RESUMEN

<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>
C1	4	215.44	53.86	6.11266667
C2	4	219.17	54.7925	29.868425
C3	4	205.06	51.265	30.4790333
C4	4	190.65	47.6625	14.545625
C5	4	183.14	45.785	61.0057667
C6	4	195.47	48.8675	48.985825
C7	4	202.53	50.6325	17.7678917

ANÁLISIS DE VARIANZA

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	252.832086	6	42.138681	1.41293051	0.256168517	2.572711641
Dentro de los grupos	626.2957	21	29.8236048			
Total	879.127786	27				

CAPÍTULO VI PRESENTACIÓN, INTERPRETACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1.- PRESENTACIÓN E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

6.1.1.- De los resultados obtenidos

De la medición del porcentaje de remoción de la turbidez , pH y concentración de la semilla de guanábana como coagulante natural.

Tabla 03 Primera corrida experimental

Tratamiento	Concentración	pH ₁	pH ₂	NTU ₁	NTU ₂	%
Rem.	(g/500ml)					
0	0	8,92	8,39	104	104	---
1	0,4	8,92	8,16	104	48.3	53.55
2	0,8	8,92	8,04	104	43.6	58.07
3	1,2	8,92	7,87	104	55.4	46,73
4	1,6	8,35	8,08	104	66.3	36,25
5	2,0	8,35	8,04	104	57.9	44,32
6	2,4	8,35	7,97	104	52.8	49,23
7	2,8	8,35	7,93	104	59.2	43,07

Tabla 04 Segunda corrida experimental

Tratamiento	Concentración	pH₁	pH₂	NTU₁	NTU₂	%
Rem.	(g/500ml)					
0	0	8,13	8,13	104	104	00
1	0,4	8,13	7,99	104	51.0	50,96
2	0,8	8,13	8,01	104	35.2	66,15
3	1,2	8,13	7,96	104	57.3	44,90
4	1,6	8,13	7,80	104	55.1	47,02
5	2,0	8,13	7,74	104	55.3	46,83
6	2,4	8,13	7,72	104	60.4	41,92
7	2,8	8,13	7,58	104	56.9	45,29

Tabla 05 Tercera corrida experimental

Tratamiento	Concentración	pH₁	pH₂	NTU₁	NTU₂	%
Rem.	(g/500ml)					
0	0	8,17	8,16	104	104	---
1	0,4	8,17	8,03	104	47.2	54,61
2	0,8	8,17	7,99	104	44.6	57,11
3	1,2	8,17	7,82	104	52.6	49,42
4	1,6	8,17	7,70	104	58.3	43,94
5	2,0	8,17	7,62	104	57.7	44,51
6	2,4	8,17	7,87	104	49.3	52,59
7	2,8	8,17	7,80	104	47.7	54,13

Tabla 06 Cuarta corrida experimental

Tratamiento	Concentración	pH₁	pH₂	NTU₁	NTU₂	%
Rem.	(g/500ml)					
0	0	8,13	8,11	104	104	--
1	0,4	8,13	8,06	104	44.8	56,92
2	0,8	8,13	7,94	104	44.4	57,31
3	1,2	8,13	7,87	104	43.6	58,08
4	1,6	8,13	7,86	104	48.9	52,98
5	2,0	8,13	7,73	104	46.5	55,28
6	2,4	8,13	7,66	104	44.9	56,82
7	2,8	8,13	7,60	104	47.9	53,94

Tabla 07 Remoción de la Turbiedad

Corridas	Porcentajes % de remoción de turbiedad							
	Concentraciones (g/500 ml)							
	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8
1		53,55	58,07	46,73	36,25	44.32	49,23	43,07
2		50,96	66,15	44,90	47,02	46,83	41,92	45,29
3		54,61	57,11	49,42	43,94	44,51	52,59	54,13
4		56,92	57,31	58,08	52,98	55,28	56,82	53,94

Tabla 08 Concentración del coagulante y Porcentaje de la Remoción

	concentración Rendimiento de la Remoción							
	Concentraciones (g/500 ml)							
	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8
1	0	53.86	54.78	51.26	47.66	45.78	48.86	50.63

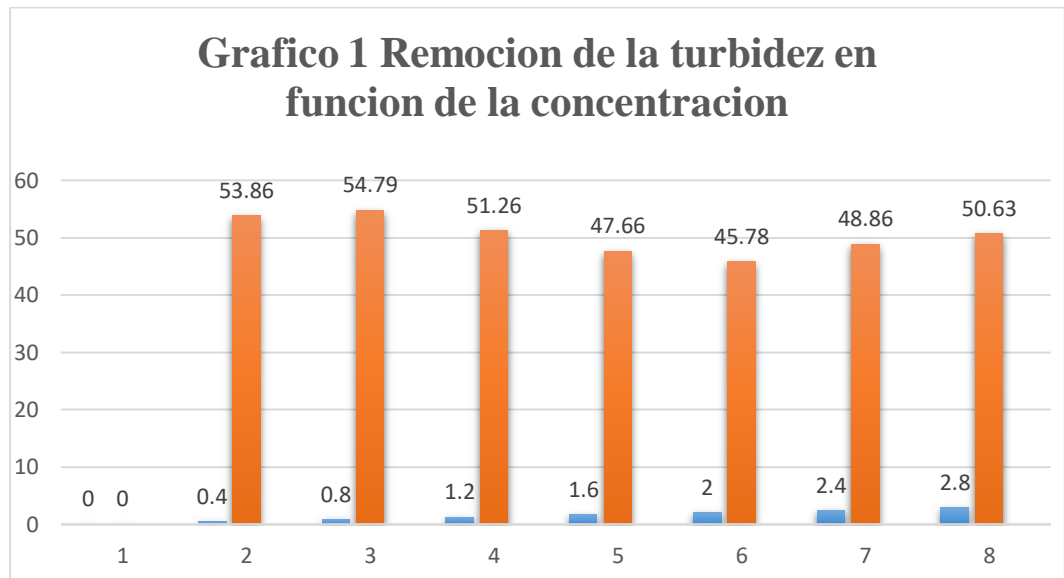


Tabla 09 pH y concentración del coagulante

Corridas	pH y concentración							
	Concentraciones (g/500 ml)							
	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8
1	8.92	8.16	8,04	7.87	8.08	8.04	7.97	7.93
2	8.13	7.99	8.01	7.96	7,80	7.74	7.72	7.58
3	8.17	8.03	7.99	782	7.70	7.62	7.87	7.80
4	8.13	8.06	7.94	7.87	7.86	7.73	7.66	7.60

Tabla 10 Promedio del pH y concentración del coagulante

	pH y concentración							
	Concentraciones (g/500 ml)							
	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8
1	8.34	8.06	7.98	7.88	7.88	7.78	7.81	7.73

Grafico 02 Variacion del pH y concentracion del cuagulante

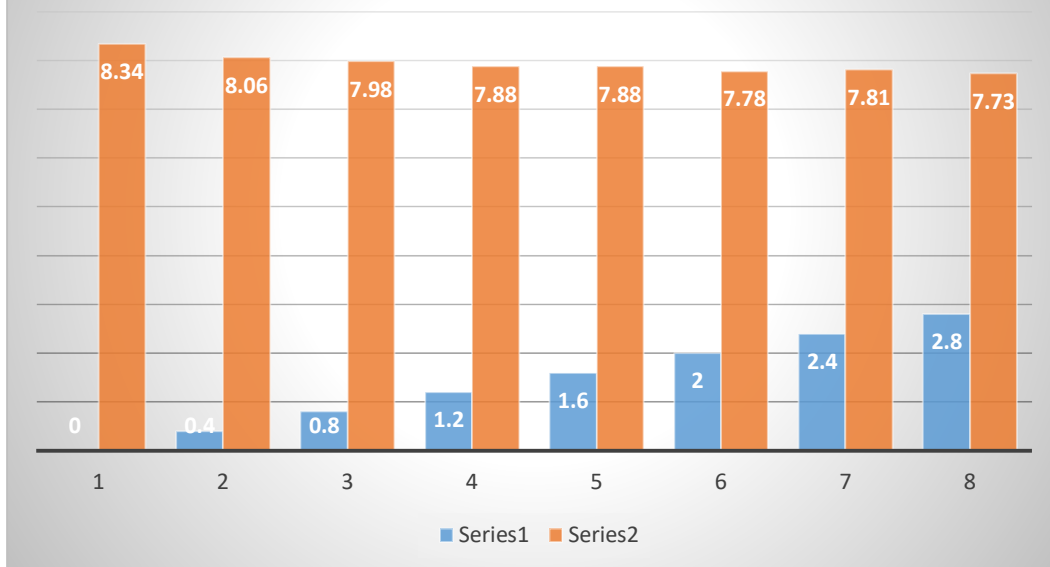
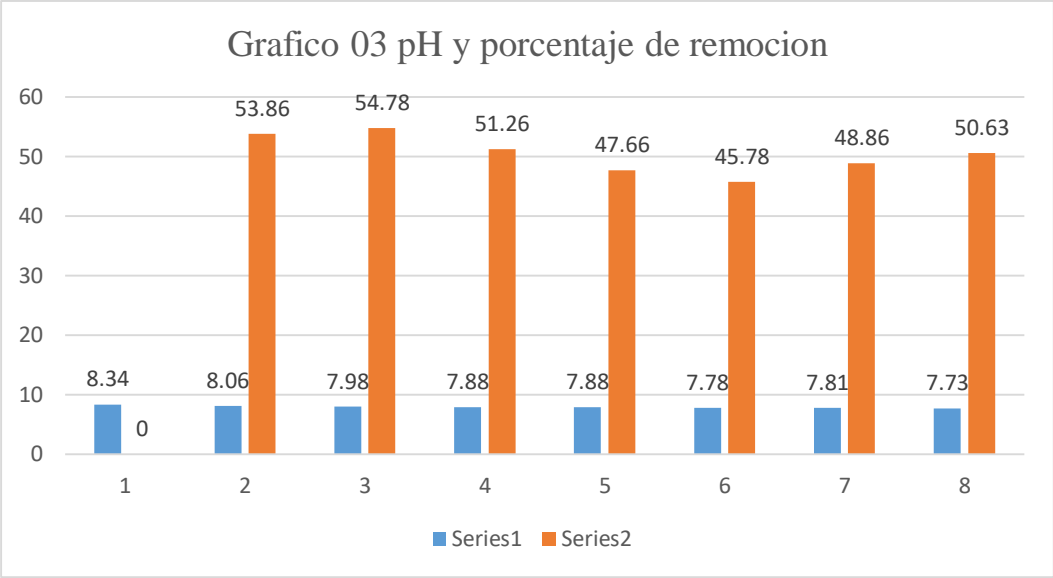


Tabla 11 pH y Porcentaje de la Remoción

pH	8.34	8.06	7,98	7,88	7,88	7,78	7,81	7,73
% Remoción	0	53.86	54.78	51.26	47.66	45.78	48.86	50.63



6.2.- INTERPRETACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

6.2.1.- De las mediciones de la turbiedad del agua residual.

Se obtuvo muestras de la laguna de oxidación de Cachiche con la finalidad de medir la turbidez presente, tal como se muestra en la tabla 1 se realizaron cinco mediciones a seis muestras del agua residual, como resultado se obtuvo un promedio de 104 NTU, esto con la finalidad de preparar agua sintética de las mismas características de turbidez, para realizar los ensayos correspondientes, empleando la semilla de guanábana previamente acondicionada como coagulante natural, por medida además de seguridad sanitaria se preparó el agua sintética adicionándole arcilla.

6.2.2.- De los experimentos realizados

En las tablas 3,4,5 y 6 se pueden apreciar los resultados de las corridas experimentales, teniendo en consideración la concentración del coagulante natural en 500 ml de agua residual, así mismo se midieron para cada caso el pH al inicio y al final de cada medición, así como los valores obtenidos de la turbidez al inicio y al final de los experimentos, calculando los porcentajes de remoción de los sólidos para cada concentración.

En la tabla 08 se aprecia la concentración del coagulante y el porcentaje de remoción de la turbidez del agua residual preparada, es así que cuando la concentración es de 0,4 g/500 ml tubo un 53.86 % de remoción, cuando la concentración es de 0.8 g/500 ml el porcentaje es de 54.78 %, cuando la concentración es de 1.2 g/500 ml el porcentaje obtenido fue de 51.26 %, a una concentración del coagulante de 1.6 g/500 ml el porcentaje de remoción fue de 47.66, en tanto cuando se empleó una concentración de 2.0 g/500 ml el porcentaje calculado fue de 45.78 %, así mismo al emplear 2.4 g/500 ml de concentración del coagulante se calcula un 48.85% de remoción y finalmente al emplear 2.8 g/500 ml de concentración se obtuvo una remoción del 50.67

%, se puede concluir entonces que la semilla de guanábana tiene un efecto mediano en sus propiedades como coagulante natural, ya que el mayor valor obtenido de remoción es cuando la concentración del coagulante es de 0.8 g/500ml de agua residual, se puede deducir de las experiencias prácticas de los experimentos, que debe haber un tiempo de remojo previamente para activar mejor las proteínas encargadas de cumplir su función como coagulante.

En la tabla 11 se muestran el comportamiento de la variación del pH en función del porcentaje de remoción de partículas causantes de la turbiedad en el agua residual es así que cuando se inicia las pruebas experimentales el pH tiene un valor de 8.34, cuando la remoción calculada es del 53.86 % el pH medido es de 8.06, cuando el valor de remoción del 54.78 % el pH medido es de 7.98, cuando el valor de la remoción es del 51.28% el pH medido es de 7.88 igual valor adquiere la cuando cantidad removida es del 47.66 %, asimismo cuando la remoción alcanza un valor del 45.78 % el pH medido es de 7.78, por otra parte cuando la remoción logra un valor del 48.86 % el pH medido es de 7.81 y finalmente cuando la remoción es del 50.63 % el valor del pH es de 7.73, como se puede apreciar conforme se va aumentando la concentración del coagulante natural el porcentaje de remoción se mantiene en valores promedio al 50 % disminuyendo también el pH, debido a la eliminación de las sales presentes en el agua residual.

En la tabla 10 se muestra el promedio del pH y la concentración del coagulante y en la que se puede apreciar cuando la concentración del coagulante es de 0,4 g/500ml el pH disminuye a 8.06, cuando la concentración del coagulante de incrementado a 0.8 g/500 ml el pH de la solución es de 7.98, así mismo cuando la concentración del coagulante es de 1.2 g/500 ml su pH adquiere un valor de 7.88, por otra parte cuando la concentración tiene un valor de 1.6 g/500 ml el pH medido alcanza un valor de 7.88, de igual manera cuando la concentración del coagulante es de 2 g/500 ml el valor del pH es de 7.78, cuando la concentración del coagulante

es de 2.4 g/500 ml el valor medido del pH es de 7.81 y finalmente cuando la cantidad del coagulante es de 2.4 g/500 ml su valor alcanza el 7.73.

Se aprecia disminución en la turbiedad final con respecto a la turbiedad reportada inicialmente para todas las dosis empleadas con el coagulante de semilla de guanábana.

El proceso de coagulación y floculación, se lleva a cabo mediante agentes coagulantes que desestabilizan las partículas coloidales presentes en el agua, posteriormente las partículas se aglomeran y forman grandes flóculos para facilidad de sedimentación y ocurre la reducción de las partículas en suspensión, lo que permite que el agua alcance las características físicas y organolépticas idóneas para el consumo humano según las normas y estándares de salud pública. (Bratby, 2006)

Sus semillas de moringa oleifera han sido utilizadas como coagulantes naturales para el cotratamiento primario en aguas con arcilla tipo caolín, en la eliminación de turbidez, sólidos totales suspendidos, colorantes y Demanda Química de Oxígeno (DQO). Otros estudios, han utilizado el extracto acuoso de las hojas de Moringa, como agente antimicrobiano para la inhibición del crecimiento de bacterias Gram positivas y Gram negativas, como *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Bacillus thuringensis* (Okuda, Baes, Nishijima, & Okada, 2001). La reducción máxima de la turbidez con *M. oleífera* se ha observado en términos generales con porcentajes de reducción de turbidez entre 95% y 98,2%, a pesar de tener diversas variaciones dadas las características del agua a tratar.

Phaseolus vulgaris (frijol común) pertenece a la familia Fabácea . Para determinar la actividad coagulante de los agentes activos del frijol común, los órganos vegetales de esta especie son generalmente las semillas pulverizadas suspendidas en una solución 0,5 M de cloruro de sodio NaCl, el extracto crudo de las semillas y purificado por ultrafiltración se ha utilizado para la

eliminación de la turbidez del agua, preparada con caolín y agua cruda. (Antov, Šćiban, & Petrović, 2001). No obstante, el extracto crudo genera mayor cantidad de materia orgánica, por lo tanto es necesaria la purificación de este en pro de obtener resultados óptimos, teniendo en cuenta esto la tercera fracción tiene una óptima actividad coagulante, con 47,7% de disminución de turbidez y con un 2,32% de remoción de DQO, sin el problema del aumento en la carga de materia orgánica. (Antov, Šćiban, & Petrović, 2001)

En tanto , a dosis bajas del coagulante de las escamas de pescado y con un pH de 5,0 remueve eficientemente el color de aguas industriales hasta un 90% y reduce un 98% de la demanda química de oxígeno (DQO). Además, con dosis igualmente bajas de coagulante se obtienen un óptimo porcentaje de eliminación de metales pesados como el cobre (Cu) y plomo (Pb)

CONCLUSIONES

Se ha determinado el nivel de remoción de la turbidez en las aguas residuales domésticas utilizando la semilla de Guanábana (*Anona muricata*) alcanzando un valor del 54,78 %

Se ha determinar la concentración eficaz de la semilla de guanábana como floculante en el tratamiento de las aguas residuales domésticas y es de 0.8 g/500 ml.

Se ha determinado la variación del pH en el proceso de remoción de la turbidez de las aguas residuales domésticas, utilizando la semilla de Guanábana (*Anona muricata*) y que oscila entre los valores de 8,92 y 7,58 .

RECOMENDACIONES

La semilla de guanábana como coagulante y como coadyuvante en el proceso de la coagulación puede ser contemplada como una opción en las plantas de tratamiento de aguas residuales del país en donde la turbiedad inicial del agua es alta

Se recomienda usar diferentes pH para hallar el más óptimo y así favorecer el proceso de remoción de la turbiedad.

Se recomienda siempre en lo posible utilizar semillas de guanábana fresca ya que es un elemento de origen orgánico y es susceptible a la biodegradación.

FUENTES DE INFORMACION

- Contreras Lozano, K. P., Aguas Mendoza, Y., Salcedo Mendoza, J. G., Olivero Verbel, R., & Mendoza Ortega, G. P. (enero-junio de 2015). El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación del agua. *Produccion mas limpia*, 10(1), 40-50. Recuperado el 20 de 09 de 2020, de <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v10n1/v10n1a04.pdf>
- Acevedo Picón, E. d. (2019). *Uso de semillas de Moringa (Moringa oleifera) como floculante natural para purificación de aguas crudas de rio Negro, rio de Oro y quebrada Florida Blanca, Santander*. Universidad de Santander, Facultad de Ciencias Exactas Naturales y Agropecuarias, Bucaramanga. Recuperado el 22 de 09 de 2020, de <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/1050/1/Usode%20semillas%20de%20moringa%20%28moringa%20ole%20C3%ADfera%29%20como%20floculante%20natural%20para%20la%20purificaci%C3%B3n%20de%20aguas%20crudas%20de%20Rio%20Negro%20%20Rio%20De%20Oro%20y%20Quebra>
- Álvarez Suazo, T. Y., & Aguilar Carrera, F. A. (2017). Uso de la semilla de tamarindo (*tamarindus indica*) como coagulante orgánico para la remoción de turbiedad y color en el agua para potabilización. *Agua, Saneamiento & Ambiente*, 12(1). Recuperado el 22 de 09 de 2020, de <https://core.ac.uk/download/pdf/270189146.pdf>
- Ambiente, M. d. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio-Modulo 03 Agua y Alimento*. (M. d. Ambiente, Ed.) Lima: Grafica 39 S.A.C. Recuperado el 21 de 03 de 2021, de <https://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-3.pdf>
- Andia, Y. (2000). *Evaluación de Plantas y Desarrollo Tecnológico. Tratamiento de Agua: Coagulación Floculación*. Lima: SEDAPAL.
- Antov, M., Šćiban, M., & Petrović, N. (2001). *Proteins from common bean (Phaseolus vulgaris) seed as a natural coagulant for water turbidity removal*. *Bioresour. Technol.*,.

- Bratby, J. (2006). *Coagulation and Flocculation in Water and Wastewater Treatment*. IWA Publishing, UK.
- Bravo Gallardo, M. A. (2017). *Coagulantes y Floculantes naturales usados en la reduccion de Turbidez, solidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales*. Proyecto Curricular de Licenciatura en Quimica., Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas, Facultad de Ciencias y Educacion, Bogota. Recuperado el 22 de 09 de 2020, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5609/1/BravoGallardoMonicaAlejandra2017.pdf>
- Bravo Gallardo, M. A. (2017). *Coagulantes y Floculantes naturales usados en la reduccion de Turbidez, Solidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales*. Proyecto de grado, Universidad Distrital Francisco Jose Caldas., FAcultad de Ciencias y Educacion, Bogota. Recuperado el 01 de 10 de 2020, de <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5609/1/BravoGallardoMonicaAlejandra2017.pdf>
- Broncano CAstillo, L. E., & Rosario Cacha, N. P. (2017). *Eficiencia del (Tropaelum Tuberosum) y la cáscara de (Solanum Tuberosum) como coagulante para la remoción de turbiedad, color y solidos disueltos en el río Llullán, provincia de Caraz, Ancash-2016*. Tesis, Universidad Nacional Santiago Antunez de mayolo, Escuela Profesional de Ingenieria Sanitaria, Huaraz. Recuperado el 1 de 10 de 2020, de http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1976/T033_46281051_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Carranza, J. (2008). *Monitoreo Hidrológico de la Calidad del Agua en la Cuenca Amazónica Peruana. Proyecto Hidrogeodinámica de la Cuenca Amazónica*. Lima.
- Contreras, K., Mendoza, Y., Salcedo, G., Olivero, R., & Mendoza. (2015). El Nopal (Opuntia ficus-indica) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua. *Producción Limpia*, 1(10), 40-50. Recuperado el 27 de 09 de 2020
- Durand Placencia, M. d. (2015). *Evaluacion de la Capacidad antioxidante en pulpa fresca y pulpa pasteurizada de Guanabana (Annona Muricata L.) producida en*

la provincia de Chanchamayo. Tesis, Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ciencias Aplicadas, Tarma. Recuperado el 01 de 10 de 2020, de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1944/Durand%20Placencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- García-Fayos, B., Arnal, J. M., & Sancho, M. (s.f.). *Uso de coagulantes naturales: Análisis del Potencial en el tratamiento del agua potable para países desarrollados y en vías de desarrollo*. I International Conference on water Sustainability, Universitat Politècnica de València, Instituto Universitario de Investigación Seguridad Industrial, Radiofísica y medio ambiente, Valencia. Recuperado el 21 de 03 de 2021, de <https://www.icws.upc.edu/en/shared/plantilla-presentacionsv2-coagulantes-congreso.pdf>
- Guerra Blandino, M. R., & Poveda Suárez, J. R. (s.f.). *Composición proximal y potencial insecticida de la semilla de Annona muricata L. para el control de Spodoptera frugiperda*. J.E.M Smith Lepidoptera Nostuidae 2015-2016 odoptera. monografía, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua, De Biología, Managua. Recuperado el 01 de 10 de 2020, de <https://repositorio.unan.edu.ni/3511/1/60414.pdf>
- López Pérez, M. (2018). *Evaluación del uso de la Cactacea Opuntia ficus-indica como coagulante natural para el tratamiento de aguas*. Tesis, Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias, Lima. Recuperado el 20 de 09 de 2020, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3541/lopez-perez-malena.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- López Pérez, M. (2018). *Evaluación del uso de la cactácea Opuntia ficus-indica como coagulante natural para el tratamiento de aguas*. Tesis, Universidad Agraria La Molina, Facultad de Ciencias, Lima. Recuperado el 1 de 10 de 2020, de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3541>
- Mera Alegria, C. F., Gutierrez Salamanca, M. L., Montes Rojas, C., & Paz Concha, J. P. (2016). Efecto de la Moringa oleífera en el tratamiento de aguas residuales en el Cauca-Colombia. *Biotecnología en el sector Agrariopecuario y Agroindustrial*, 14(2), 100-109. doi:10.18684/BSAA(14)100-109
- Moscozo Barrios, L. R. (2015). *Uso de almidón de yuca como sustituto del Sulfato de Aluminio en el proceso de coagulación-floculación en Sistemas de tratamiento de*

agua para potabilizacion. Tesis, Universidad de San Carlos de Guatemala, Escuela de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulico (ERIS), Guatemala. Recuperado el 22 de 09 de 2020, de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0462_MT.pdf

- Neciosup Obando, A. R., Valderrama Ramos, I., & Nole Burgos, M. A. (2019). Influencia del peso y tiempo de agitación de coagulantes naturales en la remoción de turbiedad del agua del río Pollo-Otuzco. *Revista de Investigacion Estadística*, 2(1), 12-19. Recuperado el 20 de 09 de 2020, de <file:///C:/Users/sp/Downloads/2821-9062-1-PB.pdf>
- OEFA. (sf). *Fiscalizacion Ambiental en Aguas Residuales*. Lima. Recuperado el 21 de 03 de 2021, de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- OEFA(b). (s.f). *Fiscalizacion ambiental de aguas residuales*. Lima. Recuperado el 21 de 03 de 2021, de https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- Okuda, Baes, Nishijima, & Okada. (2001). *Coagulation mechanism of salt solution extracted active component in Moringa oleifera seeds*. Water res.
- Osorno, H. (2009). *Evaluación del proceso de coagulación-floculación de una planta de tratamiento de agua potable*. Tesis, Medellín. Recuperado el 27 de 09 de 2020
- Ramírez Arcila, H., & Jaramillo Peralta, J. (2015). Agentes naturales como alternativa para el tratamiento de agua. *FAcultad de Ciencias Basicas*, 136-153. Recuperado el 22 de 09 de 2020, de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/04/document-1.pdf>
- Ramirez Ramirez, L. I. (2019). *Evaluacion de Semillas de Tamarindo (tamarindo indica) como coagulante para disminuir la carga contaminante en el tratamiento de aguas, en relacion a un coagulante comercial*. Trabajo de titulacion previa, Universidad Politecnica Salesiana, Ingeniería en Biotecnología, Cuenca-Ecuador. Recuperado el 19 de 01 de 2021, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/17855/1/UPS-CT008454.pdf>
- Richter, C., Pérez, J., & Cánepa, L. (1984). *Coagulación*. Lima: CEPIS.
- Sampieri, H. (2018). *Metodología de la Investigacion* (segunda ed.). España: MacGrill. Recuperado el 08 de 08 de 2020

- Tito Tenorio , N. R., & Carlos Lopinta , M. (2020). *Comparación del rendimiento del coagulante basado en soja deslipidificada y cladodio de tuna (opuntia ficus indica) para remoción de turbidez*. Tesis, Universidad Peruana Union, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Lima. Recuperado el 20 de 09 de 2020, de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/3216/Nelson_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Villanueva Abanto, J. (2019). *Efecto de tres concentraciones de Mucilago de tuna (Opuntia ficus-indica (L.Miller) y de San Pedro (Echinopsis pachanoi (Britton & Rose)(Friedrich & G.D. Rowley) en la Clarificación del agua*. Tesis, Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental, Cajamarca. Recuperado el 20 de 09 de 2020, de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3474/EFFECTO%20DE%20TRES%20CONCENTRACIONES%20DE%20MUC%20LAGO%20DE%20TUNA%20%28Opuntia%20ficus-indica%20%28L.%29%20Miller%29%20Y%20DE%20SAN%20PE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vit, P., Santiago, B., & Perez-Perez, E. M. (mayo de 2014). Composición Química y Actividad Antioxidante de Pulpa, Hoja y Semilla de Guanabana (*Annona muricata* L.). *Redaly.org-Interciencia*, 39(5), 350-353. Recuperado el 18 de 01 de 2021, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33930879008>

ANEXOS



Foto 01 Pesado de la semilla de Guanabana



Foto 02 Pelado o descascarado de la semilla de Guanabana



Foto 03 Cascaras de la semilla de Guanabana

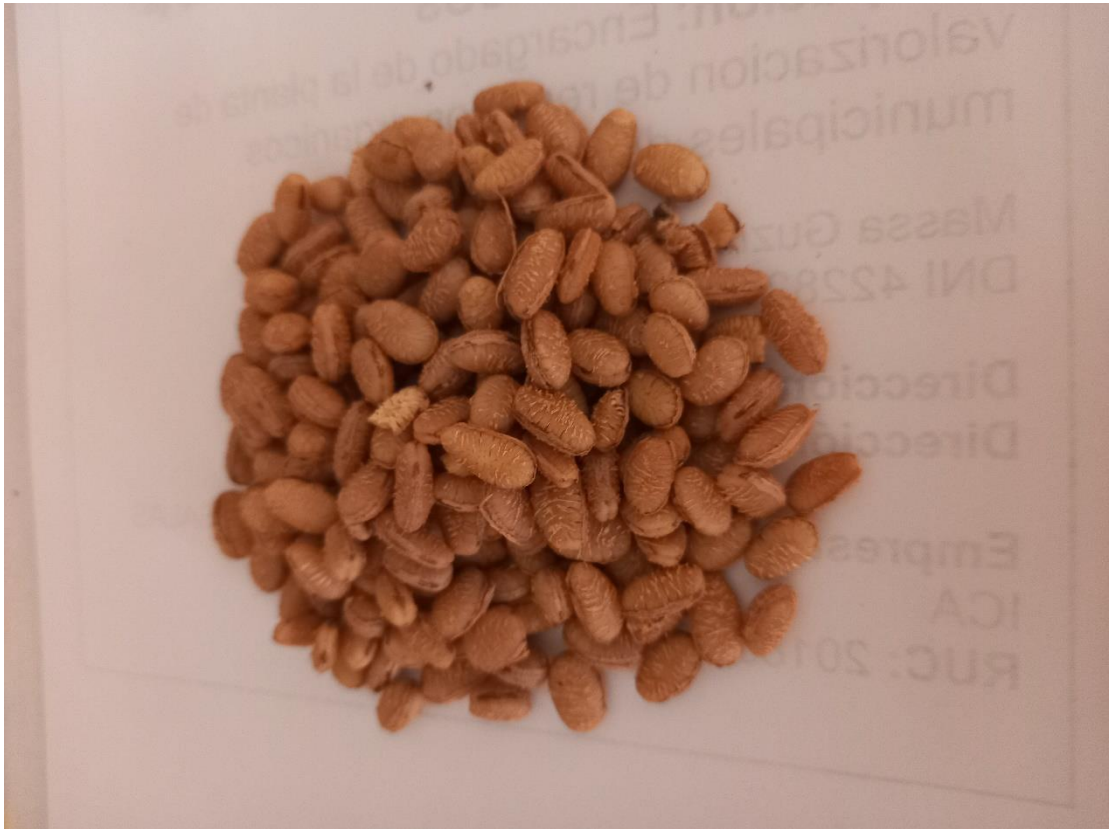


Foto 04 Semillas de Guanabana peladas , las almendras o cotidelones



Foto 05 Molienda de los cotidones de la almendra



Foto 06 Cantidad de cotidones pesados

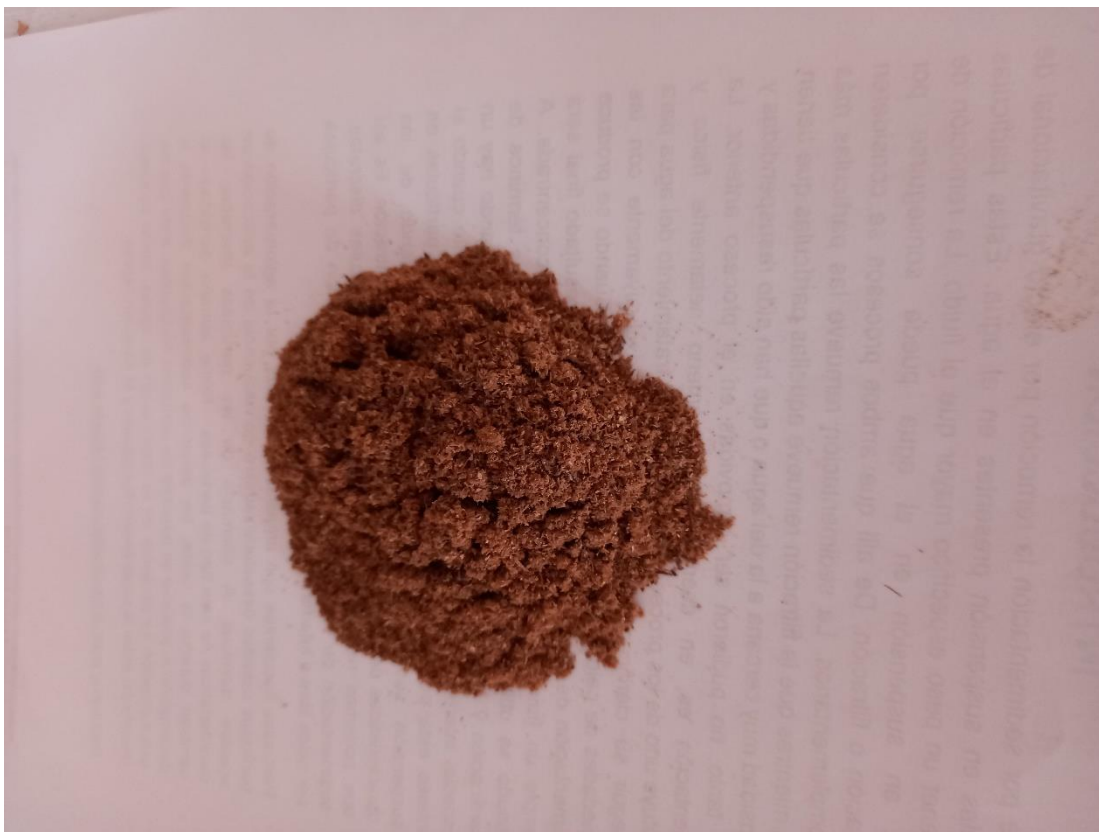


Foto 07 Cotidelo de guanábana molidos



Foto 08 Muestras de agua sintetica Residual



Foto 09 Sedimentación de los solidos totales



Foto 10 Jarras preparadas para el ensayo



Foto 11 Turbidimetro de HACH 2100Q



Foto 12 Peachimetro de laboratorio portátil utilizado