UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

UTILIZACIÓN DEL POLVO OBTENIDO DEL ENDOSPERMO DE MORINGA (*Moringa oleífera* Lam), EN DISTINTAS DOSIS DE SOLUCIÓN PARA LA REMOCIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSION Y TURBIDEZ, EN AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

Tesis para optar el grado académico de
MAESTRO EN CIENCIAS EN MEDIO AMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

YUNG JHELL GÓMEZ GARCÍA

PUCALLPA – PERÚ
2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
ESCUELA DE POSGRADO

ANEXO Nº 4

ACTA DE DEFENSA DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACION PARA OBTENCION DEL GRADO DE MAESTRO O MAESTRO EN CIENCIAS

En la Sala de Grados de la Universidad Nacional de Ucayali siendo las 11:00 horas, del día 07 de agosto ante el **Jurado** de Tesis o trabajo de investigación constituido por :

Dr. Roly Balcoceda Astete ..... Presidente
Dr. Manuel Mamani Flores ..... Secretario
Dra. Julissa Katy Bautista Valencia ..... Vocal

El aspirante al **GRADO DE MAESTRO O MAESTRO ENCIENCIAS** en: Ciencias en Medio Ambiente, Gestión Sostenible y Responsabilidad Social

Mención: .....

Don(ña) Yeng Shell Gómez García

Procedió al acto de Defensa:

a. Con la exposición de la tesis o trabajo de investigación, titulada:

"Utilización del polvo obtenido del endosperma de Moringa (Moringa oleifera Lam) en distintas dosis de solución para la remoción de sólidos totales en suspensión y turbidez, en agua residual doméstica"

b. Respondiendo las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y público asistente.

Concluido el acto de defensa, cada miembro del Jurado procedió a la evaluación del aspirante a Maestro, teniendo presente los criterios siguientes:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
ESCUELA DE POSGRADO

a) Presentación personal
b) Exposición: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones
c) Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente
d) Dicción y dominio de escenario

Así mismo, el Jurado plantea a la tesis o trabajo de investigación **las observaciones** siguientes:

Mejorar de acuerdo a las recomendaciones propuesta por los jurados lo que encuentran en los ejemplares que se le hace llegar al sustentante.

Obteniendo en consecuencia el Maestrista la **Nota** de catorce (14)
Equivalente a Bueno, por lo que se recomienda aprobado
(aprobado ó desaprobado)

Los miembros del Jurado, firman el presente **ACTA** en señal de conformidad, en Pucallpa, siendo las 12:50 horas del 07 de agosto del 2023.

PRESIDENTE

SECRETARIO

VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0192-2022

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el **Informe final de Tesis, titulado:**

"INFLUENCIA DEL POLVO OBTENIDO DEL ENDOSPERMO DE MORINGA (Moringa oleífera Lam), EN DISTINTAS DOSIS DE SOLUCIÓN PARA LA REMOCIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN Y TURBIDEZ, EN AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA".

Cuyo(s) autor (es)	:	**GÓMEZ GARCÍA, YUNG JHELL**
Escuela	:	POSGRADO
Maestría	:	MEDIOAMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL
Asesor(a)	:	Mg. ZEGARRA VÁSQUEZ, MARIO JUNIOR

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 9%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y CODIFICA la presente constancia

FECHA 12/04/2022

Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

UByP - REPOSITORIO INSTITUCIONAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, YUNG INELL GÓMEZ GARCÍA

Autor(a) de la TESIS de maestría titulada:

UTILIZACIÓN DEL POLVO OBTENIDO DEL ENDOSPERMO DE MORINGA (MORINGA OLEIFERA LAM) EN DISTINTAS DOSIS DE SOLUCIÓN PARA LA REMOCIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN Y TURBIDEZ EN AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA

Sustentada el año: 2023

Con la asesoría de: MARIO JUNIOR ZEGARRA VÁSQUEZ

En la Escuela de Posgrado, Maestría: MEDIO AMBIENTE, GESTIÓN SOSTENIBLE Y RESPONSABILIDAD SOCIAL

Mención: MEDIO AMBIENTE

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opcion solo es válida **marcar si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 23 / 08 / 2023

Email: yugo24gg@gmail.com

Teléfono: 937485896

Firma:

DNI: 47662648

DEDICATORIA

A mis padres Pascual Gómez Montes y Gina Berita García Pinedo que siempre me apoyan, en especial a mi madre por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, mucho de mis logros se los debo a ella. A mi hermana por todos los bonitos momentos que pasamos juntos.

A mi novia, la persona que siempre está conmigo en los buenos y difíciles momentos, a esa persona le dedico y agradezco mucho por todo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por guiarme en cada paso que doy, por darme salud y vida.

A mis padres, hermana y novia por ser los principales promotores en todo, por confiar y creer en mí, así mismo por anhelar y desear los mejores éxitos en mi vida.

RESUMEN

La presente investigación, tuvo como objetivo evaluar la influencia del polvo obtenido del endospermo de Moringa (*Moringa oleífera* Lam) en distintas dosis de solución para la remoción de solidos totales en suspensión y turbidez en agua residual doméstica, donde se tomó como referencia para el estudio la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas (PTAR) del sector 9, Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo, de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo (EMAPACOPSA); cuyo método de investigación empleado fue experimental a escala de laboratorio, teniendo como población accesible el agua residual doméstica (30 L del afluente), de la cual se usó 18 Litros como muestra de agua residual doméstica. En el resultado del análisis estadístico ANOVA, se determinó que en la prueba del coagulante Moringa, cualquiera de las 03 dosis de solución del coagulante-floculante puede ser empleada en el tratamiento de agua domestica residual y se obtendrían estadísticamente la misma remoción de STS y turbidez.

Palabras claves: Coagulante, floculante, moringa.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence of the powder obtained from Moringa endosperm (Moringa oleifera Lam) in different doses of solution for the removal of total suspended solids and turbidity in domestic wastewater, where the reference for the study was the Domestic Wastewater Treatment Plant (WWTP) of sector 9, District of Manantay, Province of Coronel Portillo, of the Municipal Water and Sewerage Company of Coronel Portillo (EMAPACOPSA); whose research method used was experimental at laboratory scale, having as accessible population the domestic wastewater (30 L of the influent), of which 18 liters were used as a sample of domestic wastewater. In the result of the ANOVA statistical analysis, it was determined that in the Moringa coagulant test, any of the 03 doses of coagulant-flocculant solution can be used in the treatment of domestic wastewater and statistically the same STS and turbidity removal would be obtained.

Key words: coagulant, flocculant, moringa.

INTRODUCCIÓN

Los polímeros orgánicos naturales han llegado a convertirse en gran interés para su uso en distintos tipos de aguas, ya que son compuestos que no generan efectos altamente nocivos al medio ambiente y la salud humana, dada su naturaleza orgánica además de obtenerlos a un bajo costo. (Renault *et al*, 2009, Yin, 2010, Antov *et al*., 2012, Fatombi *et al*., 2013).

En los trabajos experimentales, se ha encontrado variedad de materiales de plantas, las cuales son fuente de coagulantes naturales, una de las más estudiadas es la *Moringa oleífera* cuya actividad coagulante se ha observado a través de la disminución de la turbidez, demanda química de oxígeno y metales pesados (Okuda *et al*., 2001 y Ghebremichael *et al*., 2006), así como propiedades antimicrobianas.

De acuerdo a los antecedentes reportados en diversos estudios científicos, se puede evidenciar que los coagulantes y floculantes de origen natural para la eliminación de turbidez, color, sólidos en suspensión y metales pesados presentes en aguas residuales, han sido utilizados desde hace siglos. (Asrafuzzaman *et al*. 2011).

INDICE

DEDICATORIA.....vi

AGRADECIMIENTO.....vii

RESUMEN……. viii

ABSTRACT …….....ix

INTRODUCCIÓN x

CAPITULO I.. 10

1. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... 10

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... 10

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 11

1.2.1. Problema general 11

1.2.2. Problemas específicos..... 11

1.3. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12

1.3.1. Objetivo general..... 12

1.3.2. Objetivos específicos..... 12

1.4. HIPÓTESIS Y/O SISTEMA DE HIPÓTESIS 12

1.4.1. Hipótesis general..... 12

1.4.2. Hipótesis específica..... 12

1.5. VARIABLES 13

1.5.1. Variables independientes 13

1.5.2. Variables dependientes 13

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA..... 13

1.7. VIABILIDAD 14

1.8. LIMITACIONES..... 15

CAPITULO II 15
2. MARCO TEÓRICO 15
2.1. ANTECEDENTES 15
2.1.1. A nivel internacional 15
2.1.2. A nivel nacional 22
2.1.3. A nivel local 26
2.2. BASES TEÓRICAS 26
2.2.1. Moringa oleifera 26
2.2.2. Tratamiento de aguas residuales 32
2.2.3. Sólidos totales en suspensión 34
2.2.4. Turbidez 34
2.2.5. Coloides 34
2.2.6. Coagulación 34
2.2.7. Floculación 35
2.2.8. Test de jarras 36
2.2.9. Límites Máximos Permisibles para efluentes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales 37
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES 38
2.4. BASES EPISTÉMICOS 39
CAPÍTULO III 41
3. MARCO METODOLÓGICO 41
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN 41
3.2. DISEÑO Y ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN 41

3.2.1. Obtención del polvo de las semillas de Moringa oleifera en laboratorio. 42
3.2.2. Determinación de la dosis del coagulante 43
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 43
3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 44
3.5. TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS 45
3.5.1. Procesamiento y presentación de datos 45
CAPITULO IV 46
4. RESULTADOS 46
4.1. Resultados de las pruebas del coagulante Moringa con las distintas dosis de solución 46
4.2. Eficiencia de las dosis de solución de Moringa 47
4.2.1. Análisis de varianza, dosis (10, 12, 14 ml) con tres repeticiones por tratamiento 47
CAPITULO V 53
5. DISCUCIÓN DE RESULTADOS 53
6. CONCLUSIONES 56
7. SUGERENCIAS 57
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 58
9. ANEXOS 65

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de la Moringa oleifera..... 29

Tabla 2 LMP para efluentes de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales 37

Tabla 3 Diseño experimental del tratamiento con coagulante-floculante de Moringa 41

Tabla 4 Valores fijados en el agitador múltiple..... 43

Tabla 5 Materiales de Campo, Biológicos, de Laboratorio y gabinete 44

Tabla 6 Características iniciales del agua residual cruda proveniente de la PTAR..... 46

Tabla 7 Resultados de la Prueba con las Dosis de Solución del Coagulante Moringa 46

T**abla 8** Sólidos Totales en Suspensión..... 47

Tabla 9 STS removido y porcentaje de remoción por repeticiones..... 48

Tabla 10 Promedio removido de STS por dosis..... 49

Tabla 11 Turbidez 49

Tabla 12 Turbidez removida y porcentaje de remoción por repeticiones.... 50

Tabla 13 Promedio removido de turbidez por dosis..... 51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Proceso de elaboración del polvo de las semillas de Moringa* 42

Figura 2 *Valores removidos*..... 51

Figura 3 *Semillas de Moringa con cáscara* 68

Figura 4 *Semillas de Moringa sin cascara (endospermo de Moringa)*..... 68

Figura 5 *Molienda de las semillas* 68

Figura 6 *Extracción del aceite vegetal y de pigmentación*..... 68

Figura 7 *Polvo de Moringa* 68

Figura 8 *Muestra del agua residual* 69

Figura 9 *Muestra del agua con el coagulante vertido*..... 69

Figura 10 *Flóculos precipitados*..... 69

Figura 11 *Muestra del agua luego del filtrado* 69

Figura 12 *Análisis de los parámetros* 69

Figura 13 *Multiparámetro HQ40D y Sondas para solidos totales en suspensión* 69

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El aumento constante de las aguas residuales producidas por las comunidades urbanas, plantea problemas potenciales a nivel mundial para la salud y el ambiente. (Braatz y Kandiah 2004, p.170)

Las aguas residuales domésticas contienen altas concentraciones de materia orgánica que varían con la forma de operación de los mismos. Para remover las altas cargas orgánicas que poseen estas aguas residuales se han ensayado, con éxito, diferentes tipos de tratamientos fisicoquímicos y bacteriológicos (aerobios y anaerobios). (Amuda y Alade, 2006)

Los procesos fisicoquímicos del tipo coagulación – floculación se utilizan para la remoción de partículas suspendidas y coloidales, siendo uno de sus parámetros operacionales más importantes la turbiedad, que mide de manera indirecta la concentración de partículas. (Kalogo et al., 2001; Folkard et al., 2001; Ghebremichael et al., 2005)

En la actualidad, los coagulantes usados en el Perú, son en su mayoría sales metálicas y polielectrolitos sintéticos, sin embargo, dado que estos químicos son arrastrados al sedimentar, los lodos generados durante el proceso se convierten en un problema ambiental, ya que, por otro lado, en altas dosis pueden llegar a ser tóxicos. (Rodríguez et al., 2007)

Es por ello que se considera oportuno en la Región de Ucayali buscar fuentes naturales alternas para la producción de floculantes

amigables con el medio ambiente y más accesibles a las economías emergentes de los países en vías de desarrollo.

El crecimiento demográfico que viene atravesando la ciudad de Pucallpa, contribuye a la contaminación ambiental y también a un mayor vertimiento de aguas residuales domésticas, esto indica que se debería optar por un tratamiento más rápido y eficiente. Ante esta situación, la presente investigación plantea obtener y utilizar un producto de origen natural que muestra ciertas características coagulantes – floculantes, en el agua residual de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del sector 9, perteneciente a la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo, a partir del endospermo de la Moringa (*Moringa oleífera* Lam) y en distintas dosis de solución en los parámetros solidos totales en suspensión y turbidez.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

- ¿Influyen las dosis de solución del polvo obtenido del endospermo de Moringa (*Moringa oleífera* Lam), para la remoción de sólidos totales en suspensión y turbidez en el agua residual domestica?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Tiene efecto coagulante - floculante las dosis de solución en el parámetro “solidos totales en suspensión”?
- ¿Tiene efecto coagulante - floculante las dosis de solución en el parámetro “turbidez”?

1.3. OBJETIVO GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar la influencia del polvo obtenido del endospermo de Moringa (*Moringa oleífera* Lam) en distintas dosis de solución para la remoción de solidos totales en suspensión y turbidez en el agua residual doméstica perteneciente a la PTAR del sector 9.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la eficiencia de las dosis de solución de Moringa en el parámetro “solidos totales en suspensión”.
- Determinar la eficiencia de las dosis de solución de Moringa en el parámetro “turbidez”.

1.4. HIPÓTESIS Y/O SISTEMA DE HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

- Las dosis de solución del polvo obtenido del endospermo de Moringa (*Moringa oleífera* Lam) actúan como coagulante para la remoción de parámetros en el agua residual doméstica proveniente de la PTAR.

1.4.2. Hipótesis específica

- Las dosis de solución del polvo de Moringa actúan como coagulante en el parámetro “solidos totales en suspensión”.
- Las dosis de solución del polvo de Moringa actúan como coagulante en el parámetro “turbidez”.

1.5. VARIABLES

1.5.1. Variables independientes

- Polvo de moringa
- Dosis (10 ml, 12 ml, 14 ml)

1.5.2. Variables dependientes

- Remoción: solidos totales en suspensión y turbidez

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Las aguas residuales es un problema que inquieta a todo el mundo y nuestro país no es ajeno a ello. La evaluación de coagulantes naturales para el tratamiento de aguas residuales es de gran importancia en el campo de la ingeniería ambiental y sanitaria. “Encontrar sustancias en la naturaleza que provean remociones similares a las sales metálicas” (Jiménez *et al*., 2012, pag. 55).

La metodología de este proyecto, permitirá brindar una solución aplicando el polvo de semillas de Moringa oleífera como coagulante natural para la remoción de solidos totales suspendidos y turbidez. Para ello se identificará la cantidad de STS y turbidez presente en el agua, posteriormente se aplicará un tratamiento con las dosis de solución del polvo de las semillas de Moringa oleífera y finalmente se verá la efectividad del coagulante en la remoción de los parámetros. Estos resultados servirán como antecedente para futuras investigaciones de similares características.

En cuanto a nuestra sociedad actual las plantas de tratamiento de agua residual, dentro del proceso de remoción de turbiedad y solidos totales suspendidos utilizan como coagulante el Sulfato de Aluminio como

insumo primario, en el Perú no se conoce aún un tratamiento natural a gran escala en este proceso.

Por tal motivo, se hace indispensable y necesaria la participación institucional en procura de generar estudios importantes en temas de relevancia social y ambiental, asimismo; se contribuye para que las autoridades realicen una adecuada gestión en base al tratamiento de efluentes mitigando el impacto de la actividad por descarga de efluentes contaminantes, ya que existen asentamientos rurales que utilizan estas aguas de los cuerpos receptores, de las cuales si no están tratadas de manera adecuada las personas y animales pueden verse afectadas.

Esta investigación tiene como finalidad proponer una alternativa de uso de un coagulante-floculante a partir de una planta como es la moringa, como también determinar los rangos de las dosis que muestran eficiencia de remoción de los parámetros solidos totales suspendidos y turbidez, de tal manera, posteriormente puedan sustituir a sustancias químicas.

1.7. VIABILIDAD

La investigación fue viable dado que se contó con los recursos humanos necesarios para el trabajo de la toma de muestra y datos en campo; asimismo, la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo S.A. (EMAPACOP S.A.), proporcionó los permisos respectivos para la utilización de su laboratorio de aguas residuales.

Del mismo modo, los profesionales que se encuentran a cargo del laboratorio de aguas residuales brindaron el apoyo para el uso de los equipos e instrumentos de medición.

1.8. LIMITACIONES

La Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo S.A. (EMAPACOP S.A.) cuenta con los equipos necesarios para la obtención de los resultados; sin embargo, no cuenta con un equipo especializado para la homogenización del agua para la muestra utilizada.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. A nivel internacional

Según Acevedo (2019), en su trabajo de investigación titulado “Uso de Semillas de Moringa (*Moringa oleífera*) como floculante natural para la purificación de aguas crudas de río Negro, río De Oro y quebrada Floridablanca, Santander”, propuso un tratamiento primario para potabilizar agua utilizando las semillas de *Moringa oleífera*, como floculante natural en reemplazo del sulfato de aluminio que normalmente se utiliza para tal fin. El estudio tuvo como objetivo principal analizar las propiedades como floculante de la semilla de *Moringa oleífera* (Teberinto), a diferentes concentraciones sobre aguas crudas de río de Oro, río Negro y quebrada Floridablanca. A las muestras de agua se les hizo análisis físico – químicos y microbiológicos. Una vez realizada el análisis procedió a evaluar el porcentaje de efectividad de la semilla de Moringa utilizada como coagulante natural, para ello se realizó un análisis posterior al experimento. Durante el desarrollo del estudio utilizo el método de prueba de jarras, con variaciones en los tiempos, diferentes a los que se hace

cuando se usa el sulfato de aluminio. Las dosis aplicadas fueron distintas en un rango de entre 35 mg/L y 170 mg/L, todos ellos tuvieron altos porcentajes de remoción de turbidez muy eficientes, pudiendo llegar a más de 90% en ciertos casos. Al final del estudio el autor concluyó que las proteínas catiónicas presentes en las semillas de Moringa, responsables de remover turbidez en el agua, pueden ser utilizadas junto al sulfatos de aluminio, hasta que este se reemplazado en un 100% por el floculante natural en un futuro.

Para Tumbaco y Acebo (2018), en su trabajo de investigación "Eficiencia de Biocoagulante a base de semilla de *Moringa oleífera* para aplicación de tratamiento de agua como fuente de captación el río Guayas", investigaron la afectividad del extracto de semilla de *Moringa oleífera* para el tratamiento de agua, para este estudio se tuvo como objetivo principal determinar la eficiencia del biocoagulante a base de semilla de *Moringa oleífera* para aplicación de tratamiento de agua usando como fuente de captación el Río Guayas, a las aguas del río mencionado se le hizo análisis fisicoquímicos de los parámetros de Turbidez, color y pH, antes y después del tratamiento, para determinar la efectividad del extracto de la semilla de *Moringa oleífera* sobre la reducción en aguas altamente turbias. La turbidez inicial de la muestra fue de 1820 NTU y color un valor de 550 de Pt/Co, a esta se le agregaron dosis de biocoagulante más NaCl al 1M de 0,3 - 0,4 - 0,5 – 0, 7 - 0,8 – 0,9 ml, a estas se les dejo sedimentar por 5 minutos. Los mejores resultados que se obtuvieron fueron que para la dosis de 0,5 ml (100% de eficiencia) y 0,7 ml (92,91% de eficiencia) del biocoagulante, reduciendo la turbidez de

1820 a 0 NTU para la primera dosis y de 1820 a 15 NTU para la segunda dosis. Al final del estudio concluyeron que el biocogulante de *Moringa oleífera* tuvo efectividad en aguas turbias, pero tuvo un mejor comportamiento al agregarle una solución salina (NaCl 1M), ya que de ese modo existe una mayor adherencia con las partículas presentes en el agua.

Gutiérrez y Mera (2016), en su investigación “Efecto de la Moringa oleífera en el tratamiento de aguas residuales en El Cauca, Colombia”, tuvo por objetivo, evaluar el efecto del polvo de semilla de moringa, comparándolo con el sulfato de aluminio, para dos tipos de aguas residuales, del proceso de beneficio de café y del pelado químico de vegetales. Los autores concluyen que la mejor dosis de *Moringa oleífera* fue 4 g/600 ml en agua residual de beneficio de café y 0,15 g/600 ml en agua del pelado químico de vegetales, estableciendo así que el polvo de semilla de moringa es un coagulante natural efectivo.

Según Revelo, Proaño y Banchón (2015), en su artículo “Biocoagulación de aguas residuales de industria textilera mediante extractos de *Caesalpinia spinosa*”, propone el uso de *Caesalpinina spinosa* comúnmente conocida como guarango o tara, en el tratamiento de aguas residuales textileras, las muestras de agua para el tratamiento fueron tomadas de del río Pelileo, Tungurahua Ecuador, para la obtención del biocoagulante se usó el método de pulverización de la tara y preparación concentrada de esta, la coagulación-floculación se realizó mediante el equipo de Flocumatric (Selecta-España), durante el proceso se utilizaron dos velocidades de agitación de 200 y 40 rpm en intervalos

de 3, 5, 15 y 20 minutos; de igual modo se usaron las concentraciones de 9.0, 5.7, 23.3, 18.0, 11.4 y 45.0 g/L. Se concluyó que la efectividad de remoción de turbidez oscila entre 24-52%, con la concentración de 45.0 g/L siendo esta la más eficiente, en cuanto al tiempo se determinó que el mejor tiempo de agitación es el de 15 minutos en el equipo correspondiente.

Según Contreras, et al (2015), en su artículo “El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación del agua”, propone el uso del nopal como coagulante natural, comúnmente llamado tuna, teniendo como objetivo principal medir la eficacia del mucilago extraído del nopal para usarlo como complementario del sulfato de aluminio en el proceso de tratamiento para clarificar el agua del Río Magdalena en Sucre, mediante la prueba de jarras se realizó la clarificación, aplicando dos concentraciones de 35 y 40 mg/L a velocidades de 100 y 200 rpm aplicando dos tiempos de agitación de 20 y 30 minutos, teniendo en cuenta el pH, la porción y concentración del coagulante y la velocidad a la que se agitará la muestra; de este modo se determinó una eficiencia superior al 50%, siendo las concentraciones más efectivas 96 – 98% de coagulante nopal, este a su vez no afectó el pH de manera significativa, manteniendo las características iniciales de este, obteniendo como conclusión la alta efectividad del coagulante de nopal, reduciendo altamente la coloración y turbidez del agua, llegando a un aproximado de 80% de efectividad.

Para Feria, Bermúdez y Estrada (2014), en su estudio de investigación titulado “Eficiencia de la semilla *Moringa oleífera* como

coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú", tuvieron como objetivo principal evaluar la eficiencia de la semilla de *Moringa oleífera* como coagulante natural y sus efectos sobre el pH y la alcalinidad. Para el desarrollo de su objetivo, recolectaron ocho muestras de agua del río mencionado a través de muestreos simples. La obtención del coagulante natural se obtuvo separando la cascara de las semillas en sí, posterior a esto lo pusieron a secar, lo trituraron y tamizaron el polvo obtenido de estas semillas, este polvo fue llevado a un proceso de desengrasado utilizando un equipo de extracción Soxhlet. La dosificación del coagulante natural fue en un rango desde 2,5 mg/l hasta 30,0 mg/l, al polvo obtenido se le adicionó una solución salina y se aplicó a las muestras de agua. Como resultado final del tratamiento, obtuvieron altas eficiencias de remoción de turbidez, mayor al 90% de eficiencia, logrando estos porcentajes con dosis entre 4,5 mg/l y 17,5 mg/l de coagulante natural.

Según Olivero, et al (2014), en su artículo "Utilización de Tuna (opuntia ficus indica) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas", propone en uso de la mucilago de tuna para la clarificación del agua del río Magdalena en Magangué–Colombia, teniendo como objetivo comprobar la efectividad del producto natural, comparándolo con el coagulante comercial sulfato de aluminio; Se extrajo el mucílago de la tuna mediante la trituración de su corteza, llevándola luego a un secado al vacío a 70°C, para igualmente agregarle alcohol etílico con el propósito de extraer los pigmentos, los cuales se evaporaron y concentraron en un horno eléctrico obteniendo el polvo final. Se probaron dos tipos de

concentraciones del producto vegetal, 35 y 40 mg/L a velocidades de 100 y 200 rpm, teniendo como tiempo de contacto de 15, 20 y 40 minutos. Se llegó a la conclusión de que a velocidades de 200 rpm se denota mayor efectividad en ambos coagulantes tanto el comercial como el vegetal, siendo un 83.66% la efectividad del mucílago de tuna, denotando alta competitividad contra el sulfato de aluminio.

Según Wilchez, et al (2013), en su artículo “Alternativa para potabilización de agua en zonas rurales”, propone el uso de coagulantes vegetales para el tratamiento de aguas turbias de las zonas rurales de Pamplona, las cuales no cuentan con red de abastecimiento de agua potable, generando un alto índice de enfermedades diarreicas agudas. Se tiene como objetivo principal la aplicación de la especie moringa oleífera y opuntia ficus-indica para el tratamientos de estas aguas, como método de prueba se introdujeron las semillas pulverizadas de moringa oleífera y el mucilago de la opuntia al agua captada contenida en un recipiente cilíndrico de 5 litros, en donde se agregó 30 g de moringa oleífera y 45 g de opuntia, se agitó rápidamente hasta formar los flóculos de forma ascendente y decantando las arenas, proceso que tardó 5 minutos aproximadamente, para finalizar el proceso se realiza el filtrado y la desinfección, se llegó a la conclusión que el método utilizado se puede obtener agua potable de alta calidad manteniendo sus características fisicoquímicas en valores aceptables para el consumo humano.

Según Gómez (2010), en su investigación “Evaluación del proceso coagulación-floculación en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de una empresa manufacturera de jabones, detergentes,

dentífricos y desinfectantes” menciona que realizó ensayos donde se varió la dosis de Moringa oleífera para cada tratamiento las cuales corresponden a 10 ml, 15 ml y 25 ml por cada litro de agua turbia tratada, luego se removió durante dos minutos con un removedor magnético de 150 RPM (Revoluciones por minuto) para estimular el componente activo. Inmediatamente se bajó la velocidad de remoción a 60 RPM durante 30 minutos para tener una distribución homogénea. Finalmente, se dejó reposar durante una hora previó a su medición. La mejor dosis para el tratamiento de agua con turbidez inicial de 97 UNT es 25ml, con un rendimiento de 69%.

Según Núñez Ponce, Eliana (2007), en su proyecto de investigación denominado “Validación de la efectividad de la semilla de *Moringa oleífera* como coagulante natural del agua, destinada al consumo humano, Morocelí, Honduras” nos muestra una investigación realizada en un periodo de tres meses donde se tomaron muestreos diarios de turbidez al rio Neteapa para obtener un rango de valores máximos y mínimos de turbidez utilizando como instrumento de medición un Turbidímetro y sus velocidades fueron de 70 y 80 revoluciones por minuto y dejo en reposo de una a tres horas., se manipulo la muestra del rio con arcilla comercial para alcanzar rangos de turbidez adecuados entre 0 y 500 UNT. Se usó la semilla Moringa Oleífera y un coagulante artificial denominado sulfato de aluminio $AL2(SO4)3$ para hacer las respectivas comparaciones utilizando los mismos rangos de turbidez, ambos por separado y luego se convino ambos tratamientos, pero se alternaron usando primero el sulfato de aluminio como coagulante principal y la semilla como auxiliar de

coagulación y en viceversa también, como primer resultado usando la semilla se obtuvo que el rendimiento de la semilla Moringa Oleífera redujo la turbidez de 288 UNT a 4,8 UNT con una dosis de 30 ml obteniendo una eficiencia del 98% en una escala de 288 NTU, también se comprobó que la semilla puede aumentar la turbidez cuando se agrega más de la dosis adecuada, esto sucede porque la semilla al no encontrar la suficiente turbidez para adherirse se convierte en un aporte orgánico. Como segundo resultado en cuanto al rendimiento del sulfato de aluminio $AL2$ $(SO4)3$ se descubrió que no hubo diferencia significativa alcanzando una eficiencia del 98,02% comparándolo con un 98,48% que alcanzo la semilla en el mismo rango de 333 a 500 UNT. Como tercer y último resultado en la unión de ambos elementos se encontró la mayor eficiencia en la combinación de sulfato de aluminio $AL2(SO4)3$ como coagulante principal en un 90% y 10% de la semilla Moringa Oleífera como coagulante auxiliar obteniendo una eficiencia del 98,83%, en comparación de cuando se usaron ambos elementos en viceversa, es decir la semilla como coagulante principal y el sulfato de aluminio como coagulante auxiliar en las mismas proporciones porcentuales se obtuvo una eficiencia de 95,60%.

2.1.2. A nivel nacional

Para Bravo y Gutiérrez (2016), desarrollaron la investigación titulada “Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del río Pollo en Otuzco empleando semillas de *Caesalpinia spinosa* (Tara)”, teniendo como principal objetivo evaluar la utilización de la goma extraída de las semillas de *Caesalpinia spinosa* (Tara) como un método

de remoción de sólidos suspendidos totales y materia orgánica biodegradable en aguas del río Pollo (Otuzco, La libertad), el coagulante se evaluó en dos concentraciones (2000 y 3000 ppm), a una velocidad rápida (200 y 300 rpm) y velocidad lenta (30 y 45 rpm), los parámetros que tuvieron en cuenta fueron turbidez, DBO, DQO y sólidos suspendidos totales. Al culminar, los resultados demostraron eficiencia de la goma extraída de las semillas de Tara, para remover valores de turbidez inicial de 42,6 NTU hasta mínimo de 8,92 NTU. La concentración óptima del coagulador fue de 3000 ppm a una velocidad de agitación de 200 rpm por 1 minuto y medio; y velocidad de agitación lenta de 45 rpm por 25 minutos, los porcentajes de remoción para estas condiciones fueron de hasta 79.06 %.

Para Vela (2016), en su trabajo de investigación titulado "Disminución de la turbidez utilizando coagulante natural *Moringa oleífera* en agua obtenidas del río Alto Chicama, puente Ingón, Trujillo 2016", tuvo como objetivo principal disminuir la turbiedad utilizando el coagulante natural *Moringa oleífera* en las aguas del río Alto Chicama, puente Ingón., las muestras de aguas extraídas del río mencionado tuvieron una turbidez inicial de 297 NTU, a estas se le aplicó cuatro dosis distintas (15, 18, 20 y 25 ml) a cuatro velocidades de agitación (200 rpm (2´) con 60 rpm (15´) - 300 rpm (2´) con 80 rpm (15´) - 200 rpm (15') con 80 rpm (2´) - 300 rpm (15') con 60 rpm (2')). Al término de los ensayos se obtuvo que el coagulante natural utilizado si disminuyo la turbidez del agua del río, siendo la mejor dosis 20 mL y la mejor velocidad de agitación de 300 rpm y 80 rpm por 2 y 15 minutos respectivamente, alcanzando un pico de

eficiencia de 93,10% de disminución en turbidez. El culminar su estudio concluyo que se disminuyó la turbidez con la utilización del coagulante natural *Moringa oleífera* en las aguas turbias del río Alto Chicama, los resultados que obtuvo lo llevaron a comprobar la eficiencia del coagulante natural, sin la necesidad de adquirir cantidades considerables de ese recurso y que obtuvo la mayor disminución fue de 93,10% y la menor fue de 69,16% con valores de 20,50 NTU y 91,60 NTU respectivamente. Porcentajes considerables teniendo en cuentas que la turbidez inicial fue un valor de 297 NTU.

Para Sáenz (2015), en su trabajo de investigación “Utilización de la semilla natural *Moringa oleífera* como ayudante de la coagulación en la planta potabilizadora de agua de la ciudad de Caraz, provincia de Huaylas, Ancash”, utilizó semilla de *Moringa oleífera* como ayudante de reducción de turbidez en agua para consumo humano. Este tuvo como objetivo principal evaluar la efectividad del extracto de la semilla *Moringa oleífera* como coagulante natural, en la planta potabilizadora de agua potable de la ciudad de Caraz. Las muestras de agua fueron caracterizadas y obtuvo una turbidez de 30 UNT y un pH 7.6. Este utilizó extracto de la semilla de Moringa como coagulante primario y como ayudante de coagulación del sulfato de aluminio. Los resultados mostraron que semilla *M. oleífera* como coagulante natural primario resulto ser muy eficiente, logrando reducir la turbiedad de 30 NTU a 2 NTU. La utilización de esta semilla como ayudante primario resultó eficiente, porque logró reducir la dosis de sulfato de aluminio de 20 mg/l a 18 mg/l y obtuvo mejoras en la calidad del agua, sin embargo, el sulfato

de aluminio resulto ser más eficiente en cuanto al tiempo de sedimentación.

Según García et al. (2015), en su investigación “Acción Antimicrobiana de la Pterigospermina de Moringa Oleifera sobre los contaminantes del agua y su efecto en el pH, turbidez y crecimiento microbiano” mencionan que las semillas de *Moringa oleifera* son efectivas para la acción antimicrobiana sobre los contaminantes de E. coli y enterobacterias de aguas residuales. Los resultados obtenidos muestran cambios en los parámetros de pH, turbidez, conductividad y carga microbiana. La extracción de pterigospermina y su efectividad como coagulante la convierten en una posible alternativa natural en la potabilización de las aguas, ya que garantiza no solo lograr con éxito el proceso de coagulación, sino también, la ausencia de residuos tóxicos en el agua tratada que pudieran afectar el organismo humano (p.8).

Según Melo Vargas German Y Turriago Ríos Fabio (2012) en su tesis “Evaluación de la eficiencia de la utilización de semillas *Moringa Oleífera* como una alternativa de biorremediación en la purificación superficial del caño de cola de pato ubicado en el sector rural del municipio de Acacias” nos dice que para el análisis se tomaron dos (2) muestras de agua de la fuente denominada Cola de pato; la primera muestra fue para determinar las características físico-químicas y microbiológicas de la fuente hídrica en su estado natural y la segunda muestra fue la del agua de la fuente una vez después de realizar el procedimiento de biorremediación para la clarificación mediante la utilización de semillas de Moringa Oleífera; las muestras fueron enviadas al laboratorio para ser

analizadas y de donde se obtuvieron los resultados que les permitió establecer la eficiencia del sistema de purificación de aguas con semillas de Moringa, propuesto para su proyecto, su objetivo fue evaluar la eficiencia de la semilla Moringa al utilizarla como coagulante primario en la purificación de aguas superficiales del caño cola de pato. Se usó la prueba de jarras con los siguientes parámetros: dosis del coagulante para tratar cada litro de agua fue de 2 gramos de coagulante, velocidad de agitación rápida (rpm) de 80 (1') y 140 (3'), tiempo d agitación rápida, velocidad de agitación lenta (rpm) 20 (3') y 40 (15'). La sedimentación se dio por una hora. En sus conclusiones se logró corroborar que el tratamiento de las aguas del caño Cola de pato con las semillas de Moringa oleífera, es altamente eficiente en cuanto a la turbidez bajo de 230 NTU a 36 NTU lo cual equivale al 84,34% de remoción en la turbidez en sólo una hora, dado que la mayor parte de las partículas sólidas que se encuentran en suspensión ocasionan la turbidez de las aguas.

2.1.3. A nivel local

No se encontraron antecedentes en la localidad sobre el tema de investigación.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Moringa oleifera

Moringa oleifera es originaria de la zona de los Himalayas. Como especie comestible se introdujo a América durante el siglo XIX. Es una de las 13 especies identificadas de la familia Moringaceae, perteneciente al género *Moringa.* Se identifica por sus hojas pinnadas y su vaina larga y leñosa, que al madurar se abre en tres valvas, dando origen a semillas

trivalvas con alas longitudinales. Sus hojas son pinnadas y están divididas en folíolos dispuestos sobre un raquis. Las flores son zigomórficas con cinco pétalos, cinco sépalos, cinco estambres funcionales y varios estaminodios; tienen pedicelos e inflorescencias axilares. (Velásquez, Peón, Bautista, & Jiménez, 2016) Es un árbol de tamaño mediano, que llega a medir hasta 10 metros, pertenece a la familia de las moringáceas, está bien distribuida en muchos Países trópicos y subtrópicos. (Omotesho, y otros, 2013)

El árbol crece abundantemente en zonas tropicales, en América, Centroamérica y parte de Sudamérica excluyendo a Chile y Argentina, en África se propaga en más del 80% de todo el continente descartado solo a Marruecos, Argelia, Túnez, Libia y Sáhara Occidental, en Asia se da en países del sur como China, India, Turquía, Irán, Irak, Mongolia, Nepal, Tailandia, Vietnam, Corea del Norte y del Sur, entre otros excepto Japón; este árbol tiene un gran potencial para su cultivo, así como en muchas partes de América tropical por su combinación singular de propiedades. Esta especie llegó a América Latina y Centroamérica alrededor de los años 20`s como un árbol ornamental, comenzó como cortinas rompe vientos y cercas vivas (Olson & Fahey, 2011).

La planta de *Moringa oleífera* (familia Moringaceae), crece entre 7 y 12 m de altura. Sus hojas y semillas, con un alto contenido de proteínas y bajo contenido en toxinas, se usan como alimento animal y humano en varios países de África. Se estima que cada árbol puede producir anualmente hasta 25,000 semillas, con un peso promedio de 0.3 g por semilla. Las semillas también se utilizan en la industria alimentaria, en

cosméticos y en medicamentos. (Foidl, Makkar y Becker, 2001; De Saint Sauveur y Hartout, 2001).

Una fracción del contenido proteico de las semillas, cercana al 1%, está constituida por proteínas catiónicas activas que neutralizan y precipitan los coloides del agua igual que como lo hacen los coagulantes industriales, como el sulfato de aluminio (sulfam), sólo que a menor costo (Foidl *et al*., 2001), también ha reportado que, con una pasta de 2 gramos de polvo de semillas enteras, se pueden potabilizar 20 litros de agua de río. Normalmente, “una semilla entera en polvo es suficiente para clarificar un litro de agua muy turbia”.

Moringa oleifera Lam., es una de las 13 especies del género Moringa (*Moringa arbórea* Verdc, *Moringa borziana* Mattei, *Moringa concanensis* Nimmo, *Moringa drouhardii* Jum, *Moringa hildebrandtti* Engl, *Moringa longituba* Engl, *Moringa oleifera* Lam, *Moringa o*valifolia Dinter & Berger, *Moringa peregrina* Fiori, *Moringa pygmaea* Verdc, *Moringa rivae* Chiov, *Moringa ruspoliana* Engl, *Moringa stenopetala* Backer, que se distribuyen desde África, Madagascar, Este de Asia hasta el subcontinente Indio (Olson, 2011).

a) Taxonomía

Moringa oleifera Lam, se ubica taxonómicamente en el reino *Planatae*, de clase *Eudicotyledoneae*, subclase *Magnoliidae,* de orden *Brassicales*, ubicada en la familia *Moringaceae*, el epíteto genérico *Moringa* y el epíteto específico *oleifera*, finalmente adquiere el nombre binomial de *Moringa oleifera* Lam en 1783 (Molano, 2011).

Según la APG III (Angiosperm Phylogeny Group) (2009) que se basa en criterios filogenéticos, la clasificación taxonómica de la *Moringa oleífera* es el siguiente:

Tabla 1

Taxonomía de la Moringa oleifera

Reino:	*Planatae*
Clase:	*Eudicotyledoneae*
Subclase:	*Magnoliidae*
Clado:	*Malvidae*
Orden:	*Brassicales*
Familia:	*Moringaceae*
Genero:	*Moringa*
Especie:	*Moringa oleifera* Lam

b) **Usos y aplicaciones de la Moringa oleífera**

Moringa oleífera posee diversos usos, entre los cuales se encuentran:

Usos industriales

El aceite de *Moringa oleífera* ha sido evaluado numerosas veces como una posible fuente de biodiesel. El biodiesel se prepara generalmente a partir del aceite de *M. oleífera* por medio de la transesterificación con metanol, como resultado, los ésteres metílicos (biodiesel) obtenidos a partir de este aceite exhiben un alto número de metano, uno de los más altos encontrados para un combustible biodiesel. En general, el aceite *M. oleífera* parece ser un sustituto aceptable para el diésel de petróleo, también en comparación con los combustibles de biodiesel derivado de aceites vegetales. (Gómez & Ortega, 2014) El estudio para determinar la eficiencia de producción de biodiesel mediante este método se desarrolla midiendo una cantidad de

aceite de *Moringa oleífera* en un vaso de precipitado (100 mL para este ensayo) el cual se lleva a una temperatura alta mediante una placa de calentamiento. Se vierte la cantidad requerida de catalizador de hidróxido de potasio en un vaso de precipitado con una la cantidad correspondiente de metanol y se deja mezclar hasta que el aceite esté lo suficientemente caliente, al cual se le agrega la solución de hidróxido de potasio y metanol, tomando este momento como el tiempo de inicio de la reacción. Una vez terminada la reacción, dejando reposar toda la noche, se forman dos fases líquidas distintas, una fase de éster en bruto en la parte superior y una fase de glicerol en la parte inferior. La fase de glicerol se elimina y la capa de ésteres metílicos de *Moringa oleifera* en la parte superior se lava con agua desionizada caliente a 50 ° C, hasta que esta salga cristalina. El exceso de metanol y agua en la fase éster se elimina calentando el producto a 110 ° C hasta llevarlo a ebullición, la eficiencia del proceso es medida mediante cromatografía de gases. (Kafufu & Mbarawa, 2010)

Usos cosméticos y medicinales

Como productos cosméticos, los aceites de las semillas de esta planta se han utilizado comúnmente como tópico cutáneo desde la antigüedad hasta el presente. (Gómez & Ortega, 2014) Sin embargo no pasa lo mismo con sus propiedades medicinales, pues a pesar del profundo arraigo del uso de la *Moringa oleífera* en multitud de remedios y tratamientos médicos en diferentes naciones, no todo está documentado en la literatura científica, pues con frecuencia las justificaciones se basan en fundamentos empíricos sin hacer referencia

a literatura especializada. De lo que sí existen reportes en la literatura es la presencia, en *M. oleifera,* de importantes fitoquímicos responsables de algunas propiedades curativas. En uno de los primeros estudios exhaustivos sobre la composición química de esta especie se reveló que es rica en varias sustancias muy peculiares, como glucosinolatos, isotiocianatos, flavonoides, antocianinas, proantocianidinas y cinamatos. Varios de los compuestos identificados pueden considerarse nutracéuticos, ya que son útiles tanto en la nutrición como en la salud humana. El alto contenido de vitaminas, minerales y otros fitoquímicos como ácidos grasos omega, carotenoides, ascorbatos, tocoferoles, ß-sitosterol, ácido octacosanoico, moringina, moringinina y fitoestrógenos también es un factor importante en los efectos terapéuticos de *M. oleifera.* (Martín, y otros, 2013)

Usos alimenticios

A nivel alimenticio, *M. oleífera* tiene gran importancia, ya que tiene todos los aminoácidos, vitaminas y minerales incluso en mayor cantidad que los alimentos típicamente considerados como fuentes significativas de los mismos, pues las hojas frescas de *Moringa oleífera* tienen grandes cualidades nutritivas: más vitamina A que las zanahorias, más vitamina C que las naranjas, más calcio que la leche, más potasio que el plátano, más hierro que la espinaca y más proteína que ningún otro vegetal. (Gómez & Ortega, 2014) Sin embargo el uso de *Moringa oleífera* en alimentos queda reducido casi exclusivamente a panes, galletas y productos cárnicos. En el caso de la utilización en panes y galletas la adición de los diferentes derivados de la *Moringa oleífera* persigue el

objetivo de incrementar el valor nutritivo de estos alimentos. Se ha desarrollado pan suplementado con hoja de *Moringa oleífera*. En cuanto a las propiedades físicas del pan elaborado, el incremento de volumen de las piezas se vio disminuido conforme incrementaba la concentración de hoja de *Moringa oleífera*. Según los autores este cambio se debió a la menor capacidad de fermentación y la menor cantidad de gluten presente conforme se aumentaba la cantidad de hoja de *Moringa oleífera* en la mezcla de harina. Por otro lado, la adición de hoja de *Moringa oleífera* en polvo condujo a unas propiedades sensoriales disminuidas penalizadas por el cambio en el color, sabor y textura. Por este motivo se recomienda la utilización de la hoja de *Moringa oleífera*, pero con adición de sustancias aromatizantes para enmascarar el sabor de la misma. (Doménech, Durango, & Ros, 2017)

2.2.2. Tratamiento de aguas residuales

Es cualquier proceso físico, químico y biológico, definido para depurar las condiciones de las aguas residuales a través de procesos unitarios preliminares primarios (coagulación – floculación), secundarios (análisis microbiológicos), o avanzados (biorremediación), a fin de cumplir normas establecidas. (Lara y Hernández, 2005, p.41).

Reynolds, (2002) menciona que la recuperación de aguas residuales no tiene por objetivo esterilizar el agua, es decir dejándola sin especies microbianas, sin embargo, debe asegurar la reducción de microorganismos perjudiciales para su uso industrial o riego. Los tratamientos de aguas residuales consisten en la aplicación de tecnologías conocidas para mejorar o incrementar la calidad del agua

residual. Los procesos físicos – químicos, juegan un papel importante en el tratamiento de aguas residuales, solos o en combinación con los métodos mecánicos, químicos y biológicos.

El objetivo de las aguas residuales es remover sólidos, grasas, aceites y otros materiales flotantes o sedimentables para que el agua residual pueda ser tratada eficientemente y reutilizada o vertida sin ningún riesgo. (EPA, 2000)

a) Tratamiento primario

En el tratamiento primario se elimina una fracción de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica. Suele llevarse a cabo mediante sedimentación y tamizado. El efluente del tratamiento primario suele contener una cantidad considerable de materia orgánica y una DBO alta. Cabe destacar que, aunque en muchos lugares el tratamiento primario es el único que se le da al agua residual, este es únicamente un tratamiento previo al secundario. (EPA, 2000)

b) Tratamiento secundario

El tratamiento secundario esta principalmente encaminado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables, aunque a menudo se incluye la desinfección como parte del tratamiento. Se llama tratamiento secundario convencional a la combinación de diferentes procesos para la eliminación de estos constituyentes, e incluye el tratamiento biológico con lodos activados, reactores de lecho fijo, los sistemas de lagunaje y la sedimentación. (EPA, 2000)

2.2.3. Sólidos totales en suspensión

Este término se refiere a las partículas orgánicas e inorgánicas, así como líquidos inmiscibles (líquidos que no pueden mezclarse con otra sustancia) que se encuentren en el agua. Dentro de las partículas orgánicas tenemos fibras de plantas, bacterias y sólidos biológicos. (Campos, 2000, p.49)

2.2.4. Turbidez

De acuerdo a Gonzales (2011), la turbidez se define como la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales suspendidos y coloidales como la arcilla, sedimento, materia orgánica e inorgánica dividida finamente y otros microorganismos.

Para la medición de la luz se utilizan unos instrumentos llamados turbidímetros o nefelómetros; los resultados de las mediciones se expresan en Unidades Nefelométricas de Turbiedad (UNT).

2.2.5. Coloides

Son diminutas partículas sólidas que no sedimentan por la simple acción de la gravedad, pero pueden removerse del agua mediante técnicas como coagulación, filtración o acción biológica. Todas las partículas coloidales en una determinada dispersión acuosa, poseen la misma carga eléctrica neta ya sea positiva o negativa. Debido a esto existe entre ellas una repulsión electroestática, que las mantiene separadas, lo cual dificulta su remoción. (Andia, 2000)

2.2.6. Coagulación

Una de las etapas fundamentales en cualquier proceso de adecuación, es la desestabilización eléctrica de las partículas coloidales,

este fenómeno conocido como coagulación, permite que estos pequeños sólidos disueltos en el agua, se aproximen unos a otros lo suficiente como para aglomerarse y formar partículas de mayor tamaño que sedimentan por gravedad. El proceso se basa en desestabilizar las partículas y coloides, mediante la adición de coagulantes, originando agregados conocidos como flóculos de mayor tamaño, para luego realizar la filtración y eliminación de los flóculos. Además de remover la turbidez, contribuye a la eliminación de materia orgánica y microorganismos. (Andía, 2000)

Este proceso se usa para:

- Remoción de turbiedad orgánica o inorgánica que no se puede sedimentar rápidamente.
- Remoción de color verdadero y aparente.
- Eliminación de bacteria, virus y organismos patógenos susceptibles de ser separados por coagulación.
- Para la evaluación de este proceso es necesario tener en cuenta las características físicas y químicas del agua, la dosis del coagulante, la concentración del coagulante, el punto de aplicación del coagulante, la intensidad y el tiempo de mezcla y el tipo de dispositivo de mezcla.

2.2.7. Floculación

Consiste en la aglomeración, mediante la agitación moderada del agua, de las partículas que se desestabilizaron durante la coagulación, formando otras de mayor tamaño y peso específico – flóculos.

La floculación es favorecida por el mezclado lento que permite juntar poco a poco los flóculos; un mezclado demasiado intenso lo rompe

y raramente se vuelven a formar en su tamaño y fuerza óptimos. La floculación no solo incrementa el tamaño de las partículas del flóculo, sino que también aumenta su peso.

Los objetivos básicos de la floculación son reunir microflóculos para formar partículas con peso específico superior al del agua y compactar el flóculo disminuyendo su grado de hidratación para producir baja concentración volumétrica, lo cual produce una alta eficiencia en los procesos posteriores como sedimentación y filtración. (Andía, 2000)

2.2.8. Test de jarras

Para el proceso de coagulación - floculación es necesario determinar la cantidad del coagulante a agregar al agua, para ello se tiene que hacer un ensayo conocido como “Jar Test” o Test de Jarras. La prueba de jarras es un procedimiento común de laboratorio para determinar las condiciones óptimas.

Este método permite realizar ajustes en las variaciones en la dosis de coagulante o polímero, alternando velocidades de mezclado a pequeña escala, con el fin de predecir el funcionamiento de una operación a mayor escala de tratamiento. Una prueba de jarras simula los procesos de coagulación y floculación que fomentan la eliminación de los coloides en suspensión y materia orgánica que puede conducir a problemas de turbidez, olor y sabor. (Abramovich et al., 2004)

El aparato de prueba de jarra contiene seis remos que remueven el contenido de seis envases o vasos, mismos que deben ser de 2 litros (L), preferentemente, o de 1 L alternativamente. Se debe evitar usar vasos más pequeños, debido a la dificultad de obtener precisión en la

dosificación de pequeños volúmenes de coagulantes. Un envase actúa como un control, mientras que la condición de funcionamiento puede variar entre los restantes cinco contenedores. Presenta un medidor de revoluciones por minuto (RPM) el cual permite el control uniforme de la velocidad de mezclado en todos los contenedores. (Acosta, 2006)

2.2.9. Límites Máximos Permisibles para efluentes de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

De acuerdo a la Ley General del Ambiente N° 28611, en el Artículo 32° - del Límite Máximo Permisible dispone los siguientes:

El límite máximo permisible – LMP, es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente, su cumplimiento es exigible por la respectiva autoridad competente. Según el parámetro en particular a que se refiere, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos.

Tabla 2

LMP para efluentes de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos totales en Suspension	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: Decreto Supremo N° 003-2010-MINAM

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Absorción:** Fijación y concentración selectiva de sólidos disueltos en el interior de un material sólido, por difusión (Ingeniería y Gestión, 2012).
- **Adsorción:** Fenómeno fisicoquímico que consiste en la fijación de sustancias gaseosas, líquidas o moléculas libres disueltas en la superficie de un sólido (Ingeniería y Gestión, 2012).
- **Afluente:** Agua que entra a una unidad de tratamiento, o inicia una etapa, o el total de un proceso de tratamiento (Ingeniería y Gestión, 2012).
- **Coagulantes metálicos:** Son los más utilizados en la clarificación de aguas residuales. El más representativo en la aplicación está el Sulfato de aluminio. (Guzmán et al., 2013)
- **Coliformes fecales:** Es un subgrupo de bacterias Coliformes totales que se encuentran en grandes cantidades en los intestinos y excremento de los humanos y animales, la más destacada es *Escherichia coli.*
- **Coliformes totales:** Los Coliformes totales son las Enterobacteriaceae lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos. Pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37ºC.

- **Color aparente:** Es el color que incluye las partículas en suspensión (que a su vez generan turbidez) se mide a través de la absorbancia con un colorímetro, y sus unidades se expresan como UPC (Unidades platino cobalto)
- **Efluente:** Agua que sale de un depósito o termina una etapa o el total de un proceso de tratamiento (Ingeniería y Gestión, 2012).
- **Fitoquímico:** Los fitoquímicos son sustancias que se encuentran en los alimentos de origen vegetal, biológicamente activas, que no son nutrientes esenciales para la vida, pero tienen efectos positivos en la salud.
- **Sedimentación:** Se entiende por sedimentación al proceso de remoción por efecto gravitacional de las partículas en suspensión. (Maldonado, 2010)
- **Unidad Nefelométrica de Turbidez (NTU):** Es una unidad utilizada para medir la turbidez de un fluido, sólo líquido y no aplicable a gases o atmósfera. (Metalf y Eddy, 1995)

2.4. BASES EPISTÉMICOS

La epistemología, como teoría del conocimiento, resulta necesaria e imprescindible en la Tesis de Post Grado porque se sustenta, a su vez, en la base filosófica necesaria para la defensa del paradigma que se propone, teniendo en cuenta que los paradigmas son conjuntos de conocimientos y creencias que forman una teoría hegemónica en determinado periodo histórico. (Hurtado-Dianderas Smith & Rivera León, 2014, p. 1)

La investigación es la actividad humana que intenta satisfacer la curiosidad y la necesidad de saber. Tradicionalmente se ha utilizado el método científico para lograr ese cometido. Este método se erige como el más objetivo y el que tiene mayor capacidad de predicción, control y generalización, su misión principal es la de contribuir al desarrollo y validación de los conocimientos.

En las definiciones de investigación, que a continuación se presentan, destaca el término INDAGACIÓN. En realidad, toda investigación tiene por finalidad responder a la interrogante inicial, la cual surge de la curiosidad o de la discrepancia entre posibles soluciones a un problema concreto:

Los términos métodos cualitativos y métodos cuantitativos significan mucho más que unas técnicas específicas para la recogida de datos. Resultan más adecuadamente conceptualizados como paradigmas. Cada paradigma pretende transmitir la información que obtiene a través de un sistema de anotaciones escritas. (Muñoz Saravia, 2007, págs. 34-35)

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo experimental a escala de laboratorio, se determinó en distintas dosis la solución del polvo de Moringa (*Moringa oleífera* Lam*)* en el agua residual doméstica, a través del análisis estadístico de los datos obtenidos en campo y laboratorio, confirmando la validez de sus resultados con la aplicación de un diseño experimental.

3.2. DISEÑO Y ESQUEMA DE INVESTIGACIÓN

Para la presente investigación se utilizó el diseño experimental Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. Se trabajó con factores por separado la variable de entrada Moringa con tres tratamientos (dosis de 10 ml, 12 ml, 14 ml) y segundo representado por tres repeticiones para los diferentes tratamientos. De tal manera se estudió el efecto independiente que la variable produce en el dependiente; las cuales se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 3

Diseño experimental del tratamiento con coagulante-floculante de Moringa

COAGULANTE - FLOCULANTE MORINGA				
		Repeticiones		
		R_1	**R_2**	**R_3**
Tratamientos	DM_1	DM_1R_1	DM_1R_2	DM_1R_3
	DM_2	DM_2R_1	DM_2R_2	DM_2R_3
	DM_3	DM_3R_1	DM_3R_2	DM_3R_3
Total de Combinaciones			**9**	

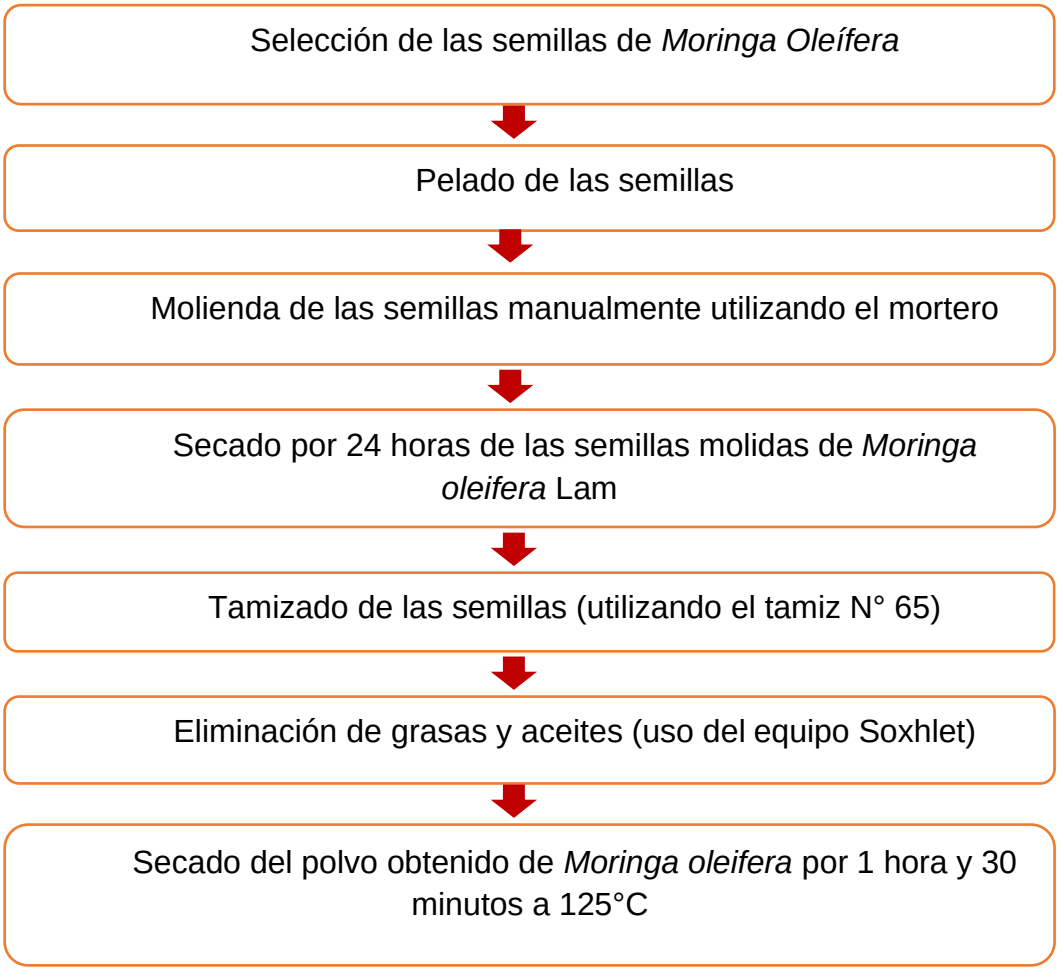
(DM: Dosis de Moringa; R: Repetición; DM1=10 ml; DM2=12 ml; DM3=14 ml)

3.2.1. Obtención del polvo de las semillas de Moringa oleifera en laboratorio.

Para extraer el coagulante en polvo se aplicó un procedimiento similar al sugerido por Meneses, (2015) donde es necesario en primera instancia someterlas a un proceso de secado luego descascarado manual, una vez descascaradas, las semillas fueron trituradas utilizando el mortero y pilón reduciendo así su tamaño, para que posteriormente pase por el tamiz del laboratorio. Finalmente se extrajo las grasas y aceites empleando el extractor Soxhlet como se indica en la figura 1.

Figura 1

Proceso de elaboración del polvo de las semillas de Moringa



3.2.2. Determinación de la dosis del coagulante

Para el coagulante moringa se probaron tres tratamientos consistentes en tres concentraciones con polvo de moringa, disolviéndose 2 g de polvo de Moringa en 100 ml de agua destilada. Los tratamientos que se utilizaron fueron:

Equipo de pruebas de jarras

Como se observa en la tabla 4 tenemos los valores fijados en el equipo de prueba de jarras, tanto en el tiempo de velocidades y en el tiempo de reposo o sedimentación.

Tabla 4

Valores fijados en el agitador múltiple

Parámetro	Velocidad	Tiempo
Agitación rápida	350 rpm	5 s
Agitación lenta	40 rpm	20 min
Sedimentación	0 rpm	30 min

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población accesible es el agua residual doméstica (afluente) entrante a la PTAR (30 Litros del canal de parshall). Se utilizó 18 Litros de agua residual doméstica como muestra para una semana de investigación experimental.

Se utilizó 100 semillas de Moringa extraídas de las vainas como población, de las cuales se usó solo 2 g de polvo de moringa en 100 ml de agua potable (solución) como muestra para todo el proceso de la investigación. La población y muestra se obtuvo en épocas de verano en el mes de agosto.

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Como se puede observar en la tabla 5 se utilizaron varios materiales, entre ellos tenemos los materiales de campo, biológico, laboratorio y gabinete las cuales ayudaron y fueron de gran importancia para el recojo de información y posteriormente a poder realizar esta investigación y obtener los resultados deseados.

Tabla 5

Materiales de Campo, Biológicos, de Laboratorio y gabinete

Materiales de campo	
Fichas de registro de campo	Cinta adhesiva
Frascos de vidrio	pH-metro
Guantes de látex descartables	Caja térmica
Mascarilla descartable	Hielo u otro refrigerante
Mandil	Reloj
Zapatos de seguridad	Cámara fotográfica
Etiquetas	Plumón indeleble
Material de origen biológico y reactivo	
Alcohol etílico 96%	Endospermo de las semillas de *Moringa*
Agua destilada	Alcohol yodado
Materiales y equipos de laboratorio	
Matraz	Embudos de Vidrio cónico
Soporte Metálico	Vasos de precipitados
Mortero	Probates graduada de 1L
Tamiz Tyler	Frasco de vidrio
Pipeta	Tubos de ensayo
Cuchillo	Tela filtro
Mufla	Balanza analítica
Equipo de prueba de jarras	Turbidímetro
Equipo y materiales de gabinete	
Útiles de escritorio	Laptop
Papel bond A4	Impresora

3.5. TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS

En cuanto a la recolección de datos, se utilizaron fichas de observación donde se puede detallar los datos obtenidos de las muestras del agua residual al entrar en contacto con los coagulantes. La constituyeron los datos de sólidos totales en suspensión y turbidez, obtenidos mediante pruebas de jarra, realizadas en el Laboratorio de Aguas Residuales de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Coronel Portillo (EMAPACOP S.A).

3.5.1. Procesamiento y presentación de datos

- El método de análisis de datos se realizó en base a un Análisis de Varianza (ANOVA). Para el procesamiento de datos una vez obtenidos fueron analizados e interpretados mediante el programa estadístico IBM SPSS Statistics.
- Con los datos obtenidos en los experimentos se confecciono una base de datos en Excel y otra en Word para luego elaborar cuadros y gráficos de acuerdo a lo que se vio necesario para explicar los objetivos trazados.
- Los datos obtenidos en cada uno de las variables evaluadas fueron sometidos a un análisis de varianza utilizando el programa estadístico de libre disponibilidad.

CAPITULO IV

RESULTADOS

En la tabla 6 se muestra las características iniciales del agua residual doméstica, donde el parámetro de solidos totales en suspensión con 148 mg/L se encuentra dentro del rango (150 mg/L) del LMP para efluentes de una planta de tratamiento de agua residual.

Tabla 6

Características iniciales del agua residual cruda proveniente de la PTAR

Parámetro	Unidad	Resultado	LMP
Solidos totales en suspensión **(STS)**	mg/L	148	150
Turbidez **(NTU)**	NTU	163	-

4.1. Resultados de las pruebas del coagulante Moringa con las distintas dosis de solución

En la tabla 7 se presentan los tres (03) tratamientos de Moringa cuyas dosis consideradas fueron 10 ml, 12 ml, 14 ml, en las que, por cada dosis se realizó tres (03) repeticiones, considerando un tiempo de mezcla rápida de 350 RPM por 5 segundos, mezcla lenta de 40 RPM por 20 minutos y tiempo de sedimentación de 30 minutos.

Tabla 7

Resultados de la Prueba con las Dosis de Solución del Coagulante Moringa

Pruebas	Repeticiones	Volumen agua (ml)	STS (mg/L)	Turbidez (NTU)
10 ml	R1	2000	51.8	48.5
	R2	2000	45.2	39.4
	R3	2000	38.7	41.1
12 ml	R1	2000	52.4	49.8
	R2	2000	39.6	36.6
	R3	2000	38.3	38.2
14 ml	R1	2000	40.8	39.3
	R2	2000	37.4	40.1
	R3	2000	41.5	38.7

Asimismo, en la tabla 7 se observa variaciones considerables que se obtuvo en los parámetros evaluados, lo que indica que se afirma la formulación del problema general y especifico; por tanto, se demuestra que las dosis de solución obtenido del polvo del endospermo de la Moringa (*Moringa oleífera* Lam) tienen efecto coagulante – floculante y de igual manera influye de manera positiva en la remoción de solidos totales en suspensión y turbidez en aguas residuales domésticas.

4.2. Eficiencia de las dosis de solución de Moringa

Obtenidos los resultados de la prueba con las dosis de solución del coagulante Moringa se procedió a analizar los datos en base a un Análisis de Varianza (ANOVA), obteniendo los siguientes resultados.

4.2.1. Análisis de varianza, dosis (10, 12, 14 ml) con tres repeticiones por tratamiento

Si el valor de Sig. (P es < 0,05) el factor analizado influye sobre la variable respuesta objeto de estudio, por el contrario, cuando el valor de Sig. (P es > 0,05) el factor no tiene ninguna incidencia, es decir no es significativo.

Por lo tanto, los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

Sólidos totales en suspensión (STS)

T**abla 8**

Sólidos Totales en Suspensión

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	44,169	2	22,084	,611	,573
Dentro de grupos	216,873	6	36,146		
Total	261,042	8			

Como muestra la tabla 8, el análisis de varianza ANOVA para el factor dosis tiene un valor de (Sig=0.573>0.05), lo cual indica que la remoción de sólidos totales en suspensión (STS) es independiente del tratamiento que se aplique; por lo cual, se deduce que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

Asimismo, esto nos indica que cualquiera de las 03 dosis de solución del coagulante-floculante de moringa puede ser empleada en el tratamiento de agua domestica residual y se obtendrían estadísticamente la misma remoción de STS (mg/L).

Tabla 9

STS removido y porcentaje de remoción por repeticiones

Tratamiento	Repeticiones	Dosis (ml)	STS inicial (mg/L)	STS final (mg/L)	STS removido (mg/L)	% de remoción
1	1	10	148	51.8	96.2	65.00
	2	10	148	45.2	102.8	69.46
	3	10	148	38.7	109.3	73.85
2	1	12	148	52.4	95.6	64.59
	2	12	148	39.6	108.4	73.24
	3	12	148	38.3	109.7	74.12
3	1	14	148	40.8	107.2	72.43
	2	14	148	37.4	110.6	74.73
	3	14	148	41.5	106.5	71.96

En la tabla 9 se muestra los resultados de los sólidos totales suspendidos removidos y el porcentaje de remoción por cada repetición de los tres tratamientos (dosis), las cuales se observa que individualmente en cada repetición los resultados son favorables ya que remueven gran cantidad de STS.

Tabla 10

Promedio removido de STS por dosis

Tratamiento	Repeticiones	Dosis (ml)	STS inicial (mg/L)	STS final (mg/L)	Promedio removido (mg/L)	Promedio de remoción%
1	1	10	148	51.8	102.77	69.44
	2	10	148	45.2		
	3	10	148	38.7		
2	1	12	148	52.4	104.57	70.65
	2	12	148	39.6		
	3	12	148	38.3		
3	1	14	148	40.8	108.10	73.04
	2	14	148	37.4		
	3	14	148	41.5		

En la tabla 10 se muestra los valores removidos en promedio por cada dosis en mg/L y en %, las cuales fueron para el tratamiento 1 de 102.77 mg/L promedio removido (69.44% de remoción), para el tratamiento 2 de 104.57 mg/L promedio removido (70.65% de remoción) y para el tratamiento 3 de 108.10 mg/L promedio removido (73.04% de remoción).

Turbidez (NTU)

Tabla 11

Turbidez

ANOVA					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	20,047	2	10,023	,397	,689
Dentro de grupos	151,593	6	25,266		
Total	171,640	8			

La tabla 11 muestra el análisis de varianza ANOVA para el factor dosis, donde el valor es (Sig=0.689>0.05), el cual indica que la remoción de turbidez (NTU) es independiente del tratamiento que se aplique; por lo cual, se deduce que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos.

Así mismo, esto nos indica que cualquiera de las 03 dosis de solución del coagulante-floculante de moringa puede ser empleada en el tratamiento de agua domestica residual y se obtendrían estadísticamente la misma remoción de Turbidez (NTU).

Tabla 12

Turbidez removida y porcentaje de remoción por repeticiones

Tratamiento	Repeticiones	Dosis (ml)	Turbidez inicial (NTU)	Turbidez final (NTU)	Turbidez removida (NTU)	% de remoción
1	1	10	163	48.5	114.5	70.25
	2	10	163	39.4	123.6	75.83
	3	10	163	41.1	121.9	74.79
2	1	12	163	49.8	113.2	69.45
	2	12	163	36.6	126.4	77.55
	3	12	163	38.2	124.8	76.56
3	1	14	163	39.3	123.7	75.89
	2	14	163	40.1	122.9	75.40
	3	14	163	38.7	124.3	76.26

En la tabla 12 se muestra los resultados de turbidez removidos y el porcentaje de remoción por cada repetición de los tres tratamientos (dosis), las cuales se observa que individualmente en cada repetición los resultados son favorables ya que remueven gran cantidad de turbidez.

Tabla 13

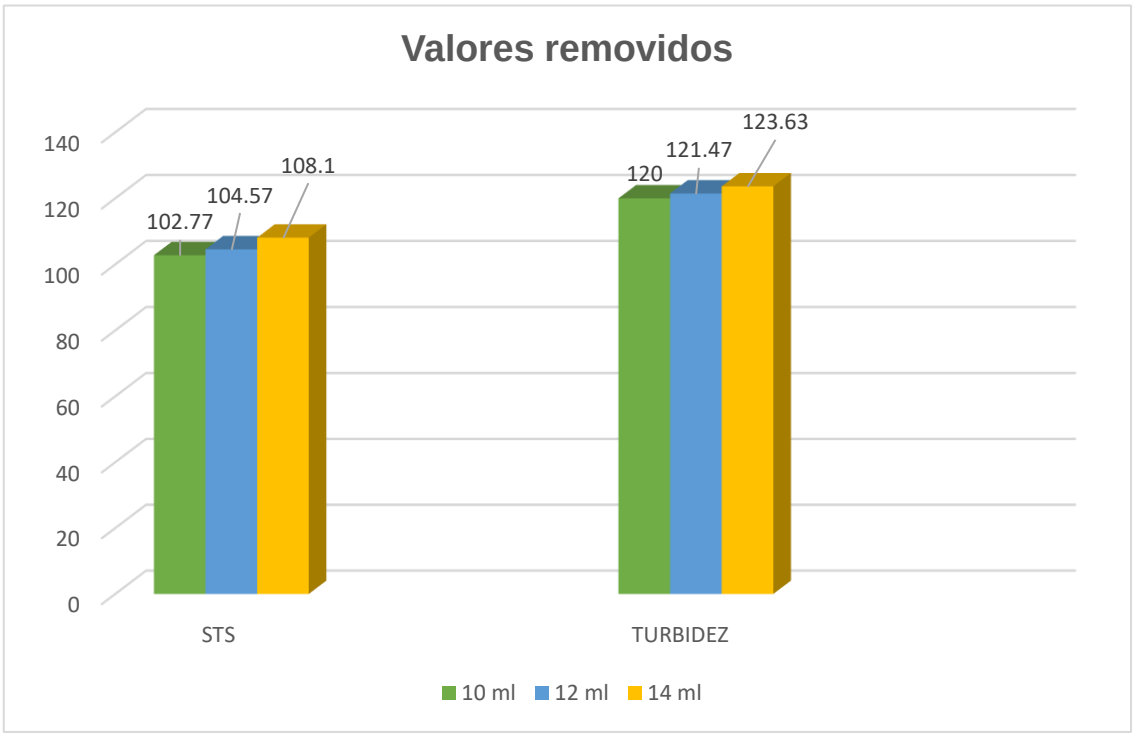
Promedio removido de turbidez por dosis

Tratamiento	Repeticiones	Dosis (ml)	Turbidez inicial (NTU)	Turbidez final (NTU)	Promedio removido (NTU)	Promedio de remoción%
1	1	10	163	48.5	120.00	73.62
	2	10	163	39.4		
	3	10	163	41.1		
2	1	12	163	49.8	121.47	74.52
	2	12	163	36.6		
	3	12	163	38.2		
3	1	14	163	39.3	123.63	75.85
	2	14	163	40.1		
	3	14	163	38.7		

En la tabla 13 se muestra los valores removidos en promedio por cada dosis en NTU y en %, las cuales fueron para el tratamiento 1 de 120 NTU promedio removido (73.62% de remoción), para el tratamiento 2 de 121.47 NTU promedio removido (74.52%de remoción) y para el tratamiento 3 de 123.63 NTU promedio removido (75.85% de remoción)

Figura 2

Valores removidos



En la Figura 2, se observa gráficamente los valores removidos de los parámetros en relación a las dosis del coagulante-floculante Moringa, en los tres tipos de tratamiento (10, 12 y 14 ml) respectivamente. Teniendo remociones de 102.77 mg/L y 120 NTU con dosis de 10 ml, remociones de 104.57 mg/L y 121.47 NTU con dosis de 12 ml, remociones de 108.1 mg/L y 123.63 NTU con dosis de 14 ml.

Estos resultados nos muestran que las distintas dosis de solución del polvo obtenido del endospermo de Moringa influyen de manera eficaz como coagulante - floculante para la remoción de solidos totales en suspensión y turbidez.

CAPITULO V

DISCUCIÓN DE RESULTADOS

Se denota una remoción de solidos totales suspendidos en un 102.77 mg/L (69.44%), 104.57 mg/L (70.65%), 108.1 (73.04%) al aplicar el tratamiento con *Moringa oleífera* Lam coincidiendo con lo especificado por Contreras, et al., (2015) alegando que al aplicar el tratamiento con dicho coagulante – floculante puede reducir los sólidos totales suspendidos hasta en un 80% como máximo y un 50% como mínimo; sin embargo Olivero, et al (2014) alega que la reducción de los sólidos totales suspendidos se verá hasta en un 83.66% al usar este tratamiento, por lo que se denota de acuerdo a los resultados que el tratamiento de *Moringa oleífera* Lam reduce de manera eficaz los sólidos totales suspendidos.

Estos resultados de la remoción de Solidos Suspendido Totales y Turbidez denotan la eficiencia de la *Moringa oleifera* Lam como coagulante, así como menciona Contreras, et al., (2015) en su investigación titulada: “Opuntia ficus-indica y Moringa oleifera” estudio comparativo sobre su efectividad como coagulantes en la clarificación del agua” que los resultados obtenidos indican que O. ficus índica y Moringa son eficientes en la remoción de solidos totales en suspensión y turbidez como en la clarificación del agua y representa una alternativa viable para su aplicación a gran escala.

Para esta investigación se consideró tres dosis de solución de Moringa, demostrando que las tres dosis influyen y son eficaces en la remoción de los parámetros, siendo la dosis de 14 ml quien obtuvo el mayor porcentaje de remoción, se obtuvo el 73.04% de remoción para solidos totales en suspensión y de turbidez con el 75.85% de remoción, cuyos valores de porcentaje en la

remoción nos indica que el coagulante *Moringa oleifera* Lam reduce los STS Y Turbidez coincidiendo con Jaimes (2016) que en su investigación “Eficiencia del Coagulante Natural Opuntia ficus-indica”, alega que durante la prueba de jarras se logró una eficiencia de remoción de turbidez del 79% y de 70% para solidos suspendidos totales, cuyos resultados se asemejan a los obtenidos en la investigación.

No se está de acuerdo con el antecedente de (Núñez Ponce, 2007) quien hace referencia que si se agrega menos dosis de coagulante del usado en su investigación (15ml, 25ml y 30ml) por cada litro de agua a tratar la turbidez disminuirá solo en menos de un 50%, pero no hace referencia en sus conclusiones a la importancia de las revoluciones por minuto ya que esta fue constante, su mejor dosis fue 30 ml de coagulante y su turbidez inicial fue de 288 NTU alcanzando disminuir la turbiedad en un 98,32%. En la cual en la presente investigación la turbidez inicial fue de 163 NTU, se usó menos volumen de muestra en diferentes dosis (10 ml, 12 ml, 14 ml), obteniéndose aguas de igual manera menos turbias superando el 50% de remoción, ya que por el contrario la mejor dosis fue de 14 ml alcanzando disminuir la turbiedad hasta en un 75.85%.

La presente investigación tuvo resultados favorables usando un tiempo de mezcla rápida de 350 rpm por 5 segundos y mezcla lenta de 40 rpm por 20 minutos, de igual modo los señores Contreras, et al (2015) especifican en su investigación que las velocidades usadas de 100 y 200 rpm influyen en gran medida en la disminución de la turbidez, denotando que la velocidad de 100 rpm es más eficiente puesto que favorece al proceso de floculación; sin embargo el señor Olivero, et al (2014) difiere en cuanto a la velocidad de agitación más influyente, alegando que la que tiene mejores resultados es la de 200 rpm.; por

otra parte autores como Wilchez, et al (2013) y Revelo, Proaño y Banchón (2015) indican que para el proceso de floculación es mejor usar velocidades menores a las 100 rpm.

Como resultado final este estudio de investigación determinó que las dosis de solución del coagulante natural obtenido del endospermo de Moringa oleífera obtuvieron altos porcentajes de eficiencia para remover turbidez y solidos totales en suspensión, teniendo el mejor porcentaje de eficiencia con la dosis de 14 ml de solución de Moringa con un 75.85% de remoción de turbidez. Se coincide con la de Vela (2016), quien, en su resultado, describe que con la ayuda del coagulante natural Moringa oleífera, se disminuyó la turbidez del agua en ese caso del río Alto Chicama, llevándolo así a comprobar la eficiencia de este coagulante, su mayor porcentaje de eficiencia fue de 93,10% de remoción de turbidez con una dosis aplicada de 20 ml de solución del coagulante natural. Por otro lado, para Acevedo, (2019), los porcentajes de remoción de turbidez fue variado, teniendo menos del 40% en la mayoría de los casos, sin embargo, obtuvo un 93,9% porcentaje de eficiencia de remoción de turbidez con una concentración de 170 mg de semilla de Moringa, la diferencia de los porcentajes antes mencionados, quizá se deba a la metodología utilizada en su estudio o por el valor de turbidez inicial.

CONCLUSIONES

- Se indica que las dosis de solución obtenidas del endospermo de Moringa influyen de manera positiva en la remoción de solidos totales suspendidos y turbidez en aguas residuales domésticas.

- Se ha demostrado en esta investigación que la aplicación del coagulante natural de Moringa tiene efecto coagulante – floculante y se puede usar como una alternativa para remover los parámetros sólidos totales en suspensión y turbidez de la planta de tratamiento de aguas residuales del sector 9.

- Así mismos se determinó la eficiencia de las distintas dosis de solución de moringa, siendo la dosis de 14 ml que obtuvo mejores resultados en ambos parámetros.

- Se determinó en el análisis de varianza, que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos, ya que cualquiera de las tres dosis y/o concentración en estudio tendrá estadísticamente la misma remoción.

SUGERENCIAS

- Se recomienda en las siguientes investigaciones trabajar con dosis mayores y también con la semilla en forma granulada ya que algunos antecedentes trabajaron sus investigaciones con esa metodología.

- Se sugiere también tener en cuenta el tiempo de reposo de la muestra, puede que influya ya que en antecedentes consultados el tiempo de reposo no es el mismo, varía entre minutos y horas, en esta investigación se tomó el más adecuado que fue de 30 minutos, pero se puede variar y tal vez encontrar mejor resultados a más tiempo de reposo.

- Se recomienda que para próximas investigaciones similares a esta se realice análisis de más parámetros físico químicos e incluso de parámetros microbiológicos, para determinar si las semillas de Moringa alteran algún parámetro y compararla con alguna normativa vigente para observar si cumple o no con los parámetros.

- Se sugiere seguir utilizando la semilla de Moringa en estudios posteriores, ya que esta posee propiedades coaguladoras con una alta eficiencia para remover turbidez y solidos totales del agua residual, sin embargo, se podría utilizar otros coaguladores naturales obtenidos de otros vegetales de la zona para comparar si tiene menor, igual o mayor eficiencia con el obtenido de la semilla de Moringa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramovich, B., Lura, M., Carrea, E., M., G., Haye, M. & Vaira, S. (2004). Acción de distintos coagulantes para la eliminación de Cryptosporidium spp. En el proceso de potabilización del agua. Revista argentina de microbiología, 97- 105.

Acevedo, E. J. (2019). Uso de semillas de Moringa (Moringa oleífera) como floculante natural para la purificación de aguas crudas de río Negro, río de Oro y quebrada Floridablanca, Santander. Tesis o trabajo de investigación como requisito para optar al título de: Microbiólogo Industrial. Facultad de Ciencias Exactas Naturales y Agropecuarias. Universidad de Santander.

Acosta, L. (2006). Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, 14-15.

Amuda, O.S., and Alade, A. 2006. Coagulation/Flocculation process in the treatment of abattoir wastewater. Desalinitation, 196: 22 –31. Andia Y. (2000) Tratamiento de agua coagulación y floculación. SEDAPAL, Lima.

Antov, M., Šćiban, M., Petrović, N. (2010). Proteins from common bean (Phaseolus vulgaris) seed as a natural coagulant for water turbidity removal. Bioresour. Technol., 100 pp. 2167–2172.

APG (Angiosperm Phylogeny Group). 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Botanical Journal of the Linnean Society 161:105-121.

Asrafuzzaman, M., Fakhruddin, A.N.M., Alamgir Hossain, M., (2011). Reduction of turbidity of water using locally available natural coagulants. ISRN Microbiol.

Braatz S. y A. Kandiah. (2004). Utilización de aguas residuales urbanas para el riego de árboles y bosques. Recuperado de http://www.fao.org/docrep/w0312S/w0312s09.htm. 15.05.2011.

Bravo, M. M. y Gutiérrez, J. L. (2016). Remoción de solidos suspendidos y materia orgánica de las aguas del río pollo en Otuzco empleando semillas de Caesalpinia spinosa (Tara). Trabajo de investigación para obtener el título de Ingeniero Ambiental. Facultad de Ingeniería Química. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú.

Campos Gómez, Irene. Saneamiento Ambiental. Universidad estatal a distancia, San José (Costa Rica). 2000.

Contreras, K., Aguas Y., Salcedo, G., Olivero, R., Mendoza, G. El Nopal (Opuntia ficus-indica) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua. Revista Producción + Limpia [online]. 2015. Vol. 10, no. 1, p. 40-50. [Fecha de consulta 7 Abril 2016]. Disponible: http://hdl.handle.net/10567/1333ISSN 1909-0455.

Doménech, G., Durango, A., & Ros, G. (2017). Moringa oleifera: Revisión sobre aplicaciones y usos en alimentos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 67(2).

EMAPACOP S.A. (2015). “Informe técnico: monitoreo de la calidad del efluente de la PTAR (Lagunas de Oxidación), del sector 09, (Blgo. Eric Mananita Terrones)

EPA (Environmental Protection Agency). 2000. Folleto informativo de tecnología de aguas residuales. Humedales de flujo libre superficial. Washington, D.C.

Espinoza, G. Producción de biomasa en los árboles de Moringa oleifera Lam. con fines industriales en Palmales cantón Arenillas. Machala - El Oro: Universidad Técnica de Machala, Octubre 2014.

Fatombi, J.K., Lartiges, B., Aminou, T., Barres, O., Caillet, C., (2013). A natural coagulant protein from copra (Cocos nucifera): isolation, characterization, and potential for water purification. Sep. Purif. Technol. 116, 35–40.

Feria, J. J., Bermúdez, S. y Estrada, A. M. (2014). Eficiencia de la semilla Moringa oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. Producción más Limpia. Volumen 9 (Número 1), páginas 9-22.

Foidl, N., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2001. The potential of Moringa oleifera for agricultural and industrial uses. In: The miracle tree. The multiple attributes of moringa. L.J. Furglie (Ed). Church World Service, Dakar, Senegal. Pp: 45 – 76.

García, A., Bravo, L., Campos, G. & Medina, D. (2015). Acción Antimicrobiana de la Pterigospermina de Moringa Oleifera sobre los contaminantes del agua y su efecto en el pH, turbidez y crecimiento microbiano.

Ghebremichael, Gunaratna, Henriksson, Brumer, Dalhammar. (2005). A simple purification and activity assay of the coagulant protein from Moringa oleifera seed. Water Res., 39 pp. 2338–2344.

Gómez, A., & Ortega, K. (2014). Revisión de las características y usos de la planta Moringa oleífera. Investigación & desarrollo, 22(2), 309-330.

Gómez, M. (2010), “Evaluación del proceso coagulación-floculación en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales de una empresa manufacturera de jabones, detergentes, dentífricos y desinfectantes”. Universidad de san Carlos de Guatemala facultad de ingeniería. Guatemala. González, C. (2011). La Turbidez. Mayaguez: Servicio de Extensión Agrícola.

Gutiérrez, S.M.L. y Mera, A.C.F. Evaluación del efecto coagulante y floculante del polvo de semilla de moringa (Moringa oleífera) en el tratamiento de aguas residuales provenientes de procesos agropecuarios y agroindustriales en el departamento del cauca [Trabajo de grado Ingeniería Agropecuaria). Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, 2016, 93 p.

Guzmán, L., Villabona, Á., Tejada, C. & García, R. (2013). Reducción de la Turbidez del Agua Usando Coagulantes naturales: Una Revisión. Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica, 253-262.

Hurtado-Dianderas Smith, E. & Rivera León, F. (2014). El Requerimiento del Marco Epistemológico en las Tesis de Post Grado. Revistas de investigación UNMSM, 1. Obtenido de https://revistasinvestigación.unmsm.edu.pe//index.php /administrativas/article/view/9327

Jaimes Palacios, Norma. Eficiencia del coagulante natural Opuntia ficus indica (l.) Miller con un sistema de filtración para la remoción de parámetros fisicoquímicos y biológicos en el agua residual domestica del Centro Urbano Hornillos, Áncash 2016.Tesis (Ingeniera Ambiental). Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2016. 99 pp

Jiménez, J., Vargas, M. & Quirós, N. (2012). Evaluación de la tuna (Opuntia cochenillifera) para la remoción del color en agua potable. Tecnología en Marcha, 55-62.

Kafufu, G. & Mbarawa, M. (2010). Alkaline catalyzed biodiesel production from moringa oleifera oil with optimized production parameters. Applied Energy, 87, 2561-2565.

Kalogo, Y., M´Bassiguié Séka, A. and Verstraete, W. (2001). Enhancing the start-up of a UASB reactor treating domestic wastewater by adding a water extract of Moringa oleifera seeds. Applied Microbiology and Biotechnology, 55: 644 –651.

Lara, J. y Hernández, A. (2005) Depuración de aguas residuales. 6ta Edición, Servicio de publicaciones de la Escuela de Ingenieros de Caminos de Madrid, España. Maldonado, V. (2010). Sedimentación, p.62.

Martín, C., Martín, G., García, A., Fernández, T., Hernández, E. & Puls, J. (2013). Potenciales aplicaciones de Moringa oleifera. Una revisión crítica. Pastos y forrajes, 2, 137-149.

Melo Vargas German y Turriago Ríos Fabio. Evaluación de la eficiencia de la utilización de semillas Moringa Oleifera como una alternativa de biorremediación en la purificación superficial del caño de cola de pato ubicado en el sector rural del municipio de Acacias. Tesis (Ingeniero Agroforestal). Colombia: Universidad nacional abierta y a distancia – UNAD, Facultad de Ciencias Agrarias, 2012.82 p.

Metalf & Eddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales, tratamiento, vertido y reutilización. Tercera Edición, Volumen 1 pagina 97.

Meneses, D. (2015). Evaluación de la semilla de moringa oleifera como coadyudante en el proceso de coagulación para el tratamiento de aguas naturales del rio bogotá en su paso por el municipio de villapinzón, cundinamarca. Bogota: unilibre.

Molano, M. L., 2011. Las semillas de Moringa oleífera Lam como alternativa coagulante natural para purificación de agua. 1 ed. Santander: Universidad de Santander.

Muñoz Saravia, A. (2007). Los Métodos Cuantitativo y Cualitativo en la Evaluación de Impactos en Proyectos de Inversión Social. (Tesis de Doctorado). Universidad Mariano Gálvez de Guatemala, Guatemala.

Núñez Ponce, Eliana. “Validación de la efectividad de la semilla de Moringa Oleífera como coagulante natural del agua, destinada al consumo humano, Morocelí, Honduras”. Tesis (Ingeniero en desarrollo socioeconómico y ambiente). Honduras. 2007

Okuda, T.; Baes, A.; Nishijima, W. & Okada, M. (2001). Isolation and Characterization of Coagulant Extracted from Moringa oleifera Seed by Salt Solution. Water Research, 35(2), 405-410.

Olivero, R., Aguas, Y., Mercado, I., Casas, D., Montes, L. Utilización de Tuna (opuntia ficus-indica) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. Avances Investigación en Ingeniería [online]. 2014. Vol. 11, no.

1,p.70-75. Disponible: http://www.unilibre.edu.com/revistaavances /avances-11/art7.pdfISSN:1794-4953

Olson M. E., Fahey J. W. (2011). Moringa Oleifera: un árbol multiusos para las zonas tropicales secas. Revista Mexicana de Biodiversidad. 82:1082.

Omotesho, K., Sola, F., Fayeye, T., Babatunde, R., Otunola, G. & Aliyu, T. (2013). The potential of Moringa tree for poverty alleviation and rural development: Review of evidences on usage and efficacy. International Journal of Development and Sustainability, 2(2), 799-813.

Renault, B. Sancey, P.M. Badot, G. Crini, Chitosan for coagulation/flocculation processes-an eco-friendly approach, Eur. Polym. J. 45 (2009) 1337–1348.

Revelo, A., Proaño, D., Banchón, C. Biocoagulación de aguas residuales de industria textilera mediante extractos de Caesalpinina spinosa. Enfoque [online]. 2015. Vol. 6, no. 1, p. 1-12. [Fecha de consulta 6 Abril 2016]. Disponible: http://ingenieria.ute.edu.ec/enfoqueute Publicación trimestral e-ISSN: 1390-6542.

Reynolds, K. (2002). Tratamiento de Aguas Residuales en Latinoamérica: Identificación del Problema. Recuperado de: DeLaLaveSepOct02.pdf.

Rodríguez J, Lugo I, Rojas A, Malaver C. Evaluación del proceso de la coagulación para el diseño de una planta potabilizadora. Umbral Científico 2007; No 11: 8 – 16.

Sáenz, W. S. (2015). Utilización de la semilla natural Moringa oleífera como ayudante de la coagulación en la planta potabilizadora de agua de la ciudad de Caraz provincia de Huaylas Ancash. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario. Facultad de Ciencias del Ambiente. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Ancash-Perú.

Tumbaco, D. M., & Acebo, K. M. (Marzo de 2018). repositorio.ug.edu.ec. Obtenido de eficiencia de biocoagulante a base de semilla de moringa

oleífera para: http:// repositorio.ug.edu.ec/bitstream/ redug/27909/1/moringa.pdf

Vela, C. T. (2016). Disminución de la turbidez utilizando coagulante natural Moringa oleífera en aguas obtenidas del rio Alto Chicama, puente Ingón. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental. Facultad de Ingeniería. Universidad César Vallejo. Trujillo-Perú.

Velásquez, M., Peón, I., Bautista, R., & Jiménez, M. (2016). Moringa (Moringa oleifera Lam.): usos potenciales en la agricultura, industria y medicina. Revista chapingo serie horticultura, 22(2), 95-116.

Wilchez, J., Morales, W., Arévalo, C., Rivera, H. Alternativa para la potabilización del agua en zonas rurales. Revista ambiental agua aire y suelo [online]. 2013. Vol. 4, no. 2, p. 130-140. [Fecha de consulta 15 Abril 2016]. Disponible: http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.Php/RA/article/ view/ 430ISSN 1900-9178

Yin. (2010). Emergind usage of plant-based coagulants for water and wasterwater treatment. Process Biochem., 45 pp. 1437–1444.

ANEXOS

Anexo 1. Cadena de custodia

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

Cadena de custodia										
Nombre del monitorista										
Lugar										
Estudio										
Ítem	Clasificación de agua	Fecha de muestreo	Hora muestreo	Tipo de envase	Preservación de la muestra	Parámetros de análisis				
						SST	DBO	DQO	TURBIDEZ	OTROS
Total de muestras										
Observaciones						Firma del Monitorista				

AR: Agua residual, EP: Envase de plástico

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO

Cadena de custodia										
Nombre del monitorista			YUNG JHELL GÓMEZ GARCIA							
Lugar			PTAR - SECTOR 9, DISTRITO DE MANANTAY							
Estudio			INFLUENCIA DEL POLVO OBTENIDO DEL ENDOSPERMO DE MORINGA, EN DISTINTAS DOSIS DE SOLUCIÓN PARA LA REMOCIÓN DE SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSION Y TURBIDEZ EN AGUA RESIDUAL D							
Ítem	Clasificación de agua	Fecha de muestreo	Hora muestreo	Tipo de envase	Preservación de la muestra	Parámetros de análisis				
						SST	DBO	DQO	TURBIDEZ	OTROS
01	AR	05-11-21	09:00 a.m 10:00 a.m	EP	a 8°C	X	—	—	X	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total de muestras			1 MUESTRA							
Observaciones						Firma del Monitorista				
- NO SE REGISTRÓ NINGUNA CONDICION QUE PUEDA MODIFICAR LAS CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA										

AR: Agua residual, EP: Envase de plástico

Anexo 2. Etiqueta para muestra de agua

	ETIQUETAS PARA MUESTRA DE AGUA	
CODIGO:		
RESPONSABLE:		
DIRECCION:		
CODIGO:	**FECHA:**	**HORA:**
SITIO DE MUESTREO:		
PARAMETRO REQUERIDO:		**TEMPERATURA:** **PH:**

	ETIQUETAS PARA MUESTRA DE AGUA	
CODIGO:	01	
RESPONSABLE:	YUNE JHELL GOMEZ GARCIA	
DIRECCION:	JR. LAS CAOBAS MZ. B. LT. 3	
CODIGO:	**FECHA:** 05-11-2021	**HORA:** 09:00 am 10:00 am
SITIO DE MUESTREO:	PTAR - SECTOR 9	
PARAMETRO REQUERIDO:	SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS TURBIDEZ	**TEMPERATURA:** 29.8 **PH:** 7.73

Anexo 3. Panel fotográfico de la obtención del polvo de Moringa

Figura 4

Semillas de Moringa con cáscara



Figura 3

Semillas de Moringa sin cascara (endospermo de Moringa)



Figura 6

Molienda de las semillas



Figura 5

Extracción del aceite vegetal y de pigmentación



Figura 7

Polvo de Moringa



Anexo 4. Proceso para la dosificación del coagulante Moringa

Figura 9

Muestra del agua residual



Figura 8

Muestra del agua con el coagulante vertido



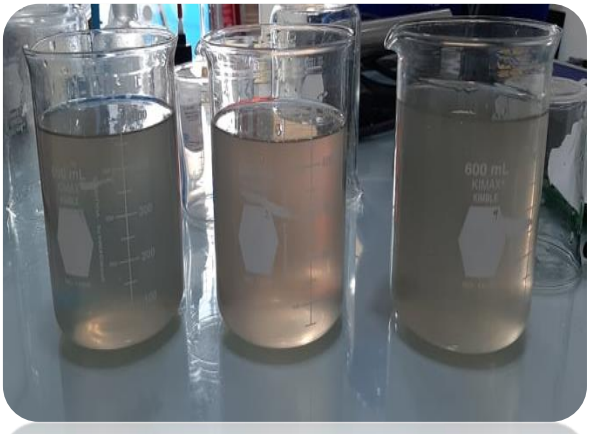
Figura 11

Flóculos precipitados



Figura 10

Muestra del agua luego del filtrado



Anexo 5. Análisis de los parámetros y equipos utilizados

Figura 13

Análisis de los parámetros



Figura 12

Multiparámetro HQ40D y Sondas para solidos totales en suspensión

