

Proceso de coagulación – floculación en la remoción de sólidos coloidales utilizando biocoagulante Moringa oleífera, Moyobamba 2021

por Patricia Milagros / Chumbe Zegarra

Fecha de entrega: 21-abr-2023 11:08a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2071413579

Nombre del archivo: ING._SANITARIA_-_Patricia_Milagros_Chumbe_Zegarra-CORREGIDO.docx (19.43M)

Total de palabras: 14759

Total de caracteres: 77950



Esta obra está bajo una [Licencia
Creative Commons Atribución -
4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



Obra publicada con autorización del autor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



**Proceso de coagulación – floculación en la remoción de sólidos coloidales
utilizando biocoagulante *Moringa oleífera*, Moyobamba 2021**

1 Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario

AUTORA:

Patricia Milagros Chumbe Zegarra

ASESOR:

7 Dr. Ing. Yrwin Francisco Azabache Liza

Código N° 6050321

Moyobamba – Perú

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA



**Proceso de coagulación – floculación en la remoción de sólidos coloidales
utilizando biocoagulante *Moringa oleífera*, Moyobamba 2021**

AUTORA:

Patricia Milagros Chumbe Zegarra

32

Sustentada y aprobada el 29 de diciembre del 2022, por los siguientes jurados:

.....
Ing. M.Sc. Mirtha Felícita Valverde Vera

Presidente

.....
Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación

Secretario

.....
Blgo. M.Sc. Luis Eduardo Rodríguez Pérez

Miembro

.....
Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Patricia Milagros Chumbe Zegarra, con DNI N° 74050826, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autora de la tesis titulada: **Proceso de coagulación – floculación en la remoción de sólidos coloidales utilizando biocoagulante *Moringa oleífera*, Moyobamba 2021.**

1
Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, someténdome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 29 de diciembre del 2022.



.....
Patricia Milagros Chumbe Zegarra

DNI N° 74050826

Dedicatoria

A Dios por guiarme y permitirme lograr esta oportunidad de mi vida llenándome de sabiduría; por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorar cada día el cual me permitió terminar mi formación profesional.

A mi querida madre María del Pilar Zegarra Vela (QDEP), por ser el pilar más importante de mi vida inculcando buenos valores desde mi infancia, siendo uno de mis motivos para lograr cada objetivo trazado; a pesar de nuestra distancia física, siento que estás conmigo siempre, y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntas, sé que este momento sería tan especial para ti como lo es para mí.

A mis hermanos y mi familia por su afecto, respeto y amor por brindarme su apoyo incondicional en toda ocasión y que a pesar de las dificultades y deficiencias todo se pudo lograr, el cual me permitió dar el paso de formarme como profesional.

Agradecimientos

⁷
A Dios por darme la vida, salud y por orientarme a lo largo de mi existencia en cada paso y ser mi fortaleza en aquellas situaciones de dificultad y debilidad guardándome y dándome fuerzas para no ceder y concluir mis objetivos trazados durante toda mi vida.

A Edinver Jhon Cruz Ventura por su apoyo incondicional motivándome en cada proceso para el desarrollo del proyecto guiándome y brindándome su apoyo, tiempo y conocimiento para lograr mis objetivos y metas trazada.

Al Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza, por la predisposición como asesor del presente proyecto de investigación, brindándome su tiempo y las facilidades para el proceso de desarrollo del proyecto.

²
A la Universidad Nacional de San Martín- Facultad de Ecología, quien me refugio en sus ambientes facilitándome los equipos y materiales necesarios para realizar cada proceso de mi investigación recordando los conocimientos y valores adquiridos que llevaré siempre presente.

Índice general

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento.....	vii
Índice General.....	viii
Índice de tablas.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de fotografías.....	xii
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
Introducción.....	1
CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
1.1. Antecedentes de la investigación.....	4
1.2. Bases teóricas.....	6
1.3. Definición de términos.....	13
CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
2.1. Materiales.....	17
2.2. Métodos.....	18
CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
3.1. Resultados.....	22
3.2. Discusión.....	46
CONCLUSIONES.....	49
RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51
ANEXOS.....	55
PANEL FOTOGRÁFICO.....	71

Índice de tablas

Tabla 1. Diámetros de las partículas coloidales.....	7
Tabla 2. Clasificación y origen de <i>Moringa oleífera</i>	12
Tabla 3. Equipos de medición.....	21
Tabla 4. Concentraciones iniciales de las muestras.....	22
Tabla 5. Tratamiento al 0,5 % a una velocidad de 100 RPM.....	22
Tabla 6. Tratamiento al 0,5 % a una velocidad de 200 RPM.....	23
Tabla 7. Tratamiento al 0,5 % a una velocidad de 300 RPM.....	23
Tabla 8. Tratamiento al 1,0 % a una velocidad de 100 RPM.....	25
Tabla 9. Tratamiento al 1,0 % a una velocidad de 200 RPM.....	26
Tabla 10. Tratamiento al 1,0 % a una velocidad de 300 RPM.....	26
Tabla 11. Tratamiento al 1,5 % a una velocidad de 100 RPM.....	28
Tabla 12. Tratamiento al 1,5 % a una velocidad de 200 RPM.....	29
Tabla 13. Tratamiento al 1,5 % a una velocidad de 300 RPM.....	29
Tabla 14. Tratamiento al 2,0 % a una velocidad de 100 RPM.....	31
Tabla 15. Tratamiento al 2,0 % a una velocidad de 200 RPM.....	32
Tabla 16. Tratamiento al 2,0 % a una velocidad de 300 RPM.....	32
Tabla 17. Resultados de la turbidez.....	39 43
Tabla 18. Resumen de análisis de la turbidez.....	44
Tabla 19. Análisis de varianza.....	44
Tabla 20. Resultados del color.....	45
Tabla 21. Resumen de análisis del color.....	39 45
Tabla 22. Análisis de varianza del color.....	45

Índice de figuras

Figura 1. Clasificación y %p/p de los aminoácidos constituyentes de la proteína activa de <i>Moringa oleífera</i>	13
Figura 2. Resultados finales de la turbidez (UNT), en los ensayos dados a una concentración 0,5% a diferentes velocidades.....	24
Figura 3. Resultados finales del color (UPC), en los ensayos dados, a una concentración 0,5% a diferentes velocidades.....	25
Figura 4. Resultados finales de la turbidez (UNT), en los ensayos dados a una concentración 1,0%.....	27
Figura 5. Resultados finales del color (UPC), en los ensayos dados, a una concentración 1,0% a diferentes velocidades.....	28
Figura 6. Resultados finales de la turbidez (UNT), en los ensayos dados a una concentración 1,5% a diferentes velocidades.....	30
Figura 7. Resultados finales del color (UPC), en los ensayos dados, a una concentración 1,5% a diferentes velocidades.....	31
Figura 8. Resultados finales de la turbidez (UNT), en los ensayos dados a una concentración 2,0%.....	33
Figura 9. Resultados finales del color (UPC), en los ensayos dados, en los ensayos dados a una concentración 2,0%.....	34
Figura 10. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto a la turbidez (UNT) a una concentración de 0,5%.....	35
Figura 11. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto al color (UPC) a una concentración de 0,5%.....	36
Figura 12. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto a la turbidez (UNT) a una concentración de 1,0%.....	37
Figura 13. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto al color (UPC) a una concentración de 1,0%.....	38
Figura 14. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto a la turbidez (UNT) a una concentración de 1,5%.....	39
Figura 15. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto al color (UPC) a una concentración de 1,5%.....	40

Figura 16. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto a la turbidez (UNT) a una concentración de 2,0 %.	41
Figura 17. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto al color (UPC) a una concentración de 2,0%	42

Índice de fotografías

Fotografía 1. Pozo del sector Juan Antonio.	71
Fotografía 2. Recojo de muestra del pozo del sector Juan Antonio	71
Fotografía 3. Semillas de Moringa oleífera	72
Fotografía 4. Semillas de Moringa oleífera separado la pulpa de la cascara	72
Fotografía 5. Lavado con agua destilada las semillas.	72
Fotografía 6. Secado de las semillas en la estufa.	72
Fotografía 7. Triturando las semillas en el mortero.	72
Fotografía 8. Pesado del polvo de Moringa oleífera	72
Fotografía 9. Homogenización del coagulante con agua destilada.	72
Fotografía 10. Aceites y grasas contenidos en el polvo del Moringa.....	72
Fotografía 11. Papel filtro #40.	72
Fotografía 12. Extracción de aceites y grasas del polvo por filtrado a vacío	72
Fotografía 13. Secado del polvo después de la extracción de aceites y grasas.	72
Fotografía 14. Polvo después del volatización en la estufa.....	72
Fotografía 15. Tratamiento mediante prueba de jarras.....	72
Fotografía 16. Medición de los niveles de turbidez	72
Fotografía 17. Medición de los niveles del color	72
Fotografía 18. Medición de los niveles de pH.....	72

6 Resumen

En esta investigación se evaluó el proceso de tratamiento coagulación – floculación en la remoción de sólidos coloidales y mejorar dichas propiedades. Se recolectó aguas de un pozo en el sector Juan Antonio y las muestras fueron analizadas antes y después del tratamiento con el biocoagulante a base *Moringa oleifera*. Para la obtención del biocoagulante se adquirió las semillas, se procedió a triturarlo mediante mortero, por consiguiente, se obtuvo polvo blanquecino se pasó por tamiz N°100; para su posterior extracción de aceites y grasas con un equipo del filtro al vacío se utilizó etanol al 95,0% para dicha extracción, se repitió 5 veces el procedimiento, una vez quitada los aceites y grasas del polvo se procedió a volatilizar el alcohol del polvo en una estufa a 99° en 24h. En los resultados del tratamiento se observó una reducción significativa en todos los parámetros analizados con respecto a la turbidez fue una reducción de 96,3 %, y para el color fue 85,1 %, para el caso del pH no presentó un nivel de alteración representativo con la aplicación del biocoagulante, ya que se mantuvo relativamente dentro del rango de 6,5 a 8,5. Por lo tanto, se concluyó que el tratamiento de aguas con biocoagulante tiene una alta eficiencia a una dosis optima de 10,0 mg/L, llegando a reducir la turbidez inicial 133,0 UNT hasta 4,9 UNT demostrando gran eficiencia de remoción, cumpliendo por debajo de los valores establecidos para consumo humano y logró reducir el color inicial de 375,0 UNT hasta 56,0 UNT superando los valores establecidos para consumo humano.

Palabras clave: Proceso, coloides, semillas, tratamiento.

Abstract

In this research, the coagulation-flocculation treatment process was evaluated to remove colloidal solids and improve these properties. Water was collected from a well in the Juan Antonio sector and the samples were analyzed before and after treatment with the *Moringa Oleifera*-based biocoagulant. To obtain the biocoagulant, the seeds were acquired and crushed with a mortar, thus obtaining a whitish powder that was passed through a sieve No. 100; for its subsequent extraction of fats with a vacuum filter equipment, 95% ethanol was used for this extraction, the procedure was repeated 5 times, once the oils were removed from the powder, the alcohol was volatilized in a stove at 94° in 24 hours. In the results of the treatment, a significant reduction was observed in all the parameters analyzed with respect to turbidity, with a reduction of 96,2 %, and for color it was 85,1 %; in the case of pH, it did not present a representative level of alteration with the application of the bioquagulant, since it remained relatively within the range of 6,5 to 8,5. Therefore, it was concluded that the water treatment with biocoagulant has a high efficiency at an optimum dose of 10,0 mg/L, reducing the initial turbidity from 133,0 UNT to 4,9 UNT, demonstrating great removal efficiency, meeting below the values established for human consumption and reducing the initial color from 375,0 UNT to 56,0 UNT, surpassing the values established for human consumption.

Key words: Process, colloids, seeds, treatment.

Introducción

El desarrollo de las sociedades necesita más agua, pero no sólo esta necesita de más agua, sino que su calidad en los lugares donde se encuentra y capta lamentablemente se ha ido deteriorando día a día con el propio crecimiento requiriendo un tratamiento cada vez amplio y complejo técnicamente. La eliminación de materias en suspensión y en disipación que perjudican las propiedades físico- químicas y organolépticas, así como la eliminación de bacterias y otros microorganismos que pueden perjudicar seriamente la salud, son los objetivos que se persiguen en las plantas de tratamiento. Todo es parte de un proceso que logra suministrar agua potable segura (Ramirez, 2020).

En el Perú la disponibilidad de recursos de agua para consumo humano viene escaseando, debido a diferentes factores como la deforestación y productos de la contaminación, entre ellas por procesos naturales o por acción del hombre de por medio. La escasez también se presenta por la falta de inversión en sistemas viables en la distribución que permitan abastecer con la demanda del líquido, por el crecimiento de la población, acompañado por falta de adecuadas de políticas de gestión y económicas que aseguren una verdadera gestión de recursos hídricos y de todas las instituciones y organismos relacionados, esto lleva a la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento y , como resultado , el agua se convierte en un recurso valioso que debe protegerse para mantener un suministro constante que asegure la vida humana en las ciudades.

En las plantas de tratamiento de la Región San Martín se utilizan tecnologías convencionales que tratan agua para consumo humano. Esto se debe a una serie de factores, uno de los cuales es que las tecnologías no convencionales son más costosas en inversión, operación y mantenimiento, esto los hace menos viables desde un punto de vista social y económico. Como resultado de su facilidad de uso y bajo costo de inversión , las tecnologías convencionales se están utilizando en proyectos básicos de saneamiento. (Garcia, 2016).

En la ciudad de Moyobamba hace cuatro años aproximadamente el Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), asumió la administración de la Empresa Prestadora de Servicios (EPS), con el objetivo de rescatarlo de la crisis financiera y mejorar la calidad la calidad de servicio; sin embargo, la administración de Moyobamba actualmente no ve ninguna solución de los objetivos propuestos y en cuanto

al suministro del agua potable se tiene varias dificultades, ya que más de la mitad de la ciudad se ha visto desabastecida. El alcalde aseguró que la Municipalidad otorgó a la OTASS con 22,5 horas de servicio al día, pero en los barrios que están ubicados en las partes altas hay varias dificultades y se han visto obligados a consumir agua de pozos o chorros como en las épocas pasadas (Laván , 2018).

Esta problemática se observa ¹ en el sector Juan Antonio de la ciudad de Moyobamba, donde cuenta con servicios de agua, pero no llega abastecer a todo el sector, y a los que llega solo son por determinado tiempo, por lo que los moradores optaron hacer pozos para abastecerse de agua sin ningún tratamiento para consumo humano. Como resultado, se planteó el siguiente problema: ¿En qué medida el proceso coagulación – floculación remueve los sólidos coloidales, utilizando biocoagulante *Moringa oleífera*, Moyobamba 2021? ⁶² La investigación es de tipo aplicada y diseño experimental, en la cual se manipularon las variables, aplicando ciertas dosis de biocoagulante de *Moringa oleífera*, a ⁶⁰ una escala de laboratorio, simulando proceso de coagulación – floculación, en la remoción de los sólidos coloidales presentes en las muestras.

⁴⁶ El método utilizado fue mediante el proceso de coagulación – floculación para tratar aguas de un pozo, dicho tratamiento mediante prueba de jarras a escala de laboratorio trató de remover los sólidos coloidales; que consiste en ² desestabilizar las partículas que se encuentran en suspensión para ¹¹ aglomerarse, y así puedan decantar. ³¹ Los coagulantes más comunes en el tratamiento de aguas son de composición química, para poder cumplir como reglamento de calidad para consumo humano; por eso surge la necesidad de estudiar los biocoagulantes como una opción para tratar las aguas. Los biocoagulantes se encuentran en semillas, raíces, por la cual evaluaremos el comportamiento de un ³ biocoagulante a base de semillas de *Moringa oleífera*, en la remoción de sólidos coloidales, en parámetros físicos de las aguas en el Sector Juan Antonio.

⁵⁹ Asimismo, se propuso como objetivo general evaluar el proceso de coagulación – floculación en la remoción de sólidos coloidales, utilizando biocoagulante a base de *Moringa oleífera*, Moyobamba 2021, estudiando el comportamiento de biocoagulante en la reducción de los parámetros físicos del agua en el pozo. ³⁴

¹ Siendo los objetivos específicos: determinar los niveles de concentración (turbidez, color) en el pozo de agua del sector Juan Antonio, antes y después del tratamiento; ³ obtener experimentalmente el biocoagulante a base de *Moringa oleífera*; determinar la dosis

15
óptima del coagulante mediante la prueba de jarras; determinar la eficiencia de la *Moringa oleifera* en la remoción de los sólidos coloidales.

1
Para la presente investigación se consideró como variable independiente: biocoagulante a partir de la *Moringa oleifera*, como variable dependiente la remoción de los sólidos coloidales. Por consiguiente, se planteó la siguiente hipótesis:

H1: El proceso de coagulación – floculación removerá significativamente los sólidos coloidales, utilizando biocoagulante a base de *Moringa oleifera*.

H0: El proceso de coagulación – floculación no removerá significativamente los sólidos coloidales, utilizando biocoagulante a base de *Moringa oleifera*

La presente investigación consta con tres capítulos, descritos de la siguiente manera:

1
Capítulo I: Antecedentes internacionales, nacionales, locales y las bases teóricas de la investigación.

Capítulo II: Material y métodos empleados en la ejecución de la investigación.

Capítulo III: Resultados obtenidos en la ejecución de la investigación, interpretación y análisis de los resultados, mediante gráficos y tablas, corroborando la hipótesis mediante porcentajes y pruebas estadísticas, y también la discusión de resultados.

Por último, las conclusiones, recomendaciones, bibliográficas y sus respectivos anexos de la investigación. En la parte última del informe se presenta un panel de fotos de los procedimientos importantes de la investigación durante el desarrollo.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

Antecedentes internacionales

Acevedo (2019), utilizó las aguas del río negro, río de oro y quebrada Floridablanca; para la muestra del Río de Oro la remoción de turbidez fue 38,6% con una concentración de 4 mg de los valores iniciales 15,3 NTU a los valores finales 9,4 NTU, para el color la remoción fue de 69,8% a una concentración de 4,5 mg de los valores iniciales 242,0 UPC a los valores finales 73,0 UPC, para la muestra del Río Negro los valores iniciales de la turbidez es 4,64 NTU y color 30,0 UPC con una concentración de 5 mg obtuvo un valor final de turbidez de 2,77 NTU removiendo el 40,3 %, mientras el color removió en un 53,0% con un valor final de 14,0 UPC y finalmente para la quebrada Floridablanca la turbidez inicial de 140,0 NTU y de color de 550,0 UPC a una concentración de 170 mg logró una remoción de 93.9 % de turbidez y para el color 89,8% con los valores finales de turbidez 8,4 NTU y color 75,0 UPC; con estos resultados pudo probar que las semillas de *Moringa oleifera* tienen una gran capacidad de remoción de turbidez y color.

Moreno (2018), utilizó agua almacenada en el municipio Zirándaro, los datos que alcanzó para el parámetro de turbidez fue de tener 101,66 NTU, con el tratamiento *Moringa oleifera* al 100,0 % disminuyó a 10,60 NTU, su porcentaje de remoción total fue de 97,0% empleando 2,5 ml de solución floculante, muestra que es una solución factible para el reemplazo de otros coagulantes comerciales y el mejor tratamiento fue el de *Moringa oleifera* 70/30 que tuvo una eficiencia de 98,0%. Resultó ser un producto eficiente las semillas de *Moringa*, como alternativa de los coagulantes comerciales como el sulfato de aluminio; de los tratamientos que realizó sería una probabilidad emplear el tratamiento con *Moringa oleifera* 70/30 ya que las NTU se hallan por debajo del reglamento mexicana.

Tumbaco y Acebo (2018), utilizaron aguas de la captación río guayas con turbidez inicial 1 820 NTU y color de 550,0 Pt/Co, el coagulante natural compuesto con 95,0% *Moringa oleifera* y 5,0% Cloruro de Sodio presentó la mejor eficiencia utilizando una dosis de 0,5 mL (66,7 mg/l) de coagulante, teniendo como porcentaje

de remoción del 100,0% en los parámetros de turbiedad y color. El coagulante natural mejor comportamiento tiene en aguas turbias, pero es mejor cuando se agrega solución salina (NaCl 1M), de esta manera hay una mayor adherencia con las partículas que se encuentran en el agua.

Antecedentes nacionales

Carrizales y Enríquez (2019), utilizaron coagulante natural de *Moringa oleífera* para la clarificación de agua de la quebrada Taczanapampa, para la remoción de la turbidez. Se utilizó 10 muestras, con una mezcla rápida a 300 RPM (5 s), y mezcla lenta de 40 RPM (20 min) y sedimentación 15 min. Se concluyó para turbidez de menores de 50,0 UNT hasta 150,0 UNT (7,4 UNT, 9,5 UNT, 14,5 UNT, 31,0 UNT), la dosis óptima se encuentra del rango de 10,0 – 50,0 mg/L, y para turbidez mayores de 50,0 UNT (53,6 UNT, 62,7 UNT, 75,5 UNT, 88,8 UNT, 90,3 UNT, 105,6 UNT), la dosis óptima se encuentra dentro del rango 30 a 100 mg/l, las concentraciones de coagulante solución patrón se utilizó (0,5%, 1,0%, 2,0%, 3,0%, 5,0%, 10,0%), pero la mejor eficiencia de concentración óptima se obtuvo en 2,0% y 3,0%.

Urquía (2017), utilizó las aguas del río Huaycoloro, comparando la eficiencia del coagulante de la *Moringa oleífera* con la *Opuntia ficus indica*, concluyó en términos de turbidez, SST y pH, las semillas de *Moringa oleífera* mostraron gran eficiencia llegando a reducir la turbidez de 560,0 NTU a 6,2 NTU, con dosis de 0,7 g/L, así mismo los SST alcanzó una reducción de 303,0 a 30,3 g/L con una dosis de 0,5 g/L, el pH se mantuvo constante cerca de 7,5. Con el coagulante *Moringa* se obtuvo una mejor remoción de DQO de 16995,0 g/L con respecto al DQO inicial de 1 041 002.0 g/L con dosis de 0,7 g/L, pero tuvo un mayor porcentaje de remoción de DBO5 con la *Opuntia* 24,7 g/L, sin embargo la *Moringa* también muestra resultados cercanos con las dos dosis 26,6 g/L y 29,6 g/L. Por sus propiedades, la *Moringa oleífera* es más efectiva que la *Opuntia ficus-indica* para reducir la turbiedad del agua en el Río Huaycoloro.

Antecedentes locales

Chuquimbalqui (2019), utilizó almidón de maíz amiláceo como coagulante en aguas de un acuífero confinado, aplicando en los parámetros de hierro, turbidez y color. Se aplicó dosis en las jarras (1mL, 2mL, 3mL, 4mL, 5 mL y 6 mL) y con 5

velocidades (100 RPM, 150 RPM, 200 RPM, 250 RPM, 300 RPM), con tiempos delimitados de mezcla rápida de 1,5 minutos, mezcla lenta de 15 minutos y sedimentación 10 minutos, con concentraciones (0,5%, 1,0% y 2,0%). Se concluyó que mejor resultado fue con 50 mg/L a una velocidad de mezcla rápida de 250 RPM y mezcla lenta de 63 RPM, con una solución patrón de 1% de coagulante de almidón, reducción para hierro con valor inicial de 2,7 hasta 0,5 mg/L demostrando una eficiencia (80,0 %), en la turbidez inicial de 44,2 hasta 4,9 UNT con eficiencia (88,8%) y respecto al color inicial 153,3 hasta 55,0 UPC con eficiencia (67,3%), lo cual no se demuestra eficiencia en dicho parámetro.

Maldonado (2018), utilizó el clarificante natural de almidón de yuca en las aguas de la quebrada Juninguillo, sus valores iniciales de color fue 125,0 UPC y turbidez 22,87 UNT, ha removido en 48,0% del color inicial y en un 50,0% la turbidez del agua, realizada en la prueba de jarras, utilizando la concentración óptima al 1,0% almidón yuca en solución. La velocidad óptima para la turbidez es de 150 RPM y para el color es de 200 RPM, obteniendo los mejores resultados en dichos parámetros. En comparación con el coagulante químico comúnmente usado en las plantas de tratamiento (sulfato de aluminio), este ha demostrado como coagulante ser efectivo por su poder de remoción de un 85,0% del color y 90,0% turbidez, llegando este a alcanzar con los límites reglamentados por la ley peruana, el agente químico utilizado como coagulante funciona de mejor forma que el clarificante de almidón.

1.2. Bases teóricas

Sólidos coloidales

Los tres tipos de sólidos no sedimentables que se encuentran en las aguas crudas naturales: son los suspendidos, coloidales y disueltos. Los sólidos suspendidos son transportados gracias a la acción de arrastre y soporte del movimiento del agua, los más pequeños (menos de 0,01mm) no sedimentan rápidamente y se consideran sólidos no sedimentables, y los más grandes (mayores de 0,01 mm) son generalmente sedimentables (Romero , 2009).

Los sólidos coloidales consisten en limo fino, bacterias, partículas causantes de color, virus, etc., los cuales no se sedimentan sino después de periodos razonables,

y su efecto global traduce en el color y la turbidez del agua que no se ha coagulado después de la sedimentación. Los sólidos disueltos en materia orgánica e inorgánica, son invisibles por separados, no son sedimentables y globalmente causan diferentes problemas de olor, sabor color y salud, a menos que sean precipitados y eliminados por métodos físicos y químicos (Romero, 2009, p. 233).

Las partículas coloidales en el agua por lo general presentan un diámetro entre 1 y 1,000 milimicrómetros y su comportamiento depende de su naturaleza y origen. Estas partículas presentes en el agua son las principales responsables de la turbiedad. En términos generales, los llamados coloides tienen un tamaño intermedio cuando se encuentra entre las partículas en solución verdadera y las partículas en suspensión. En el agua son las principales responsables de la turbiedad (Barrenechea, 2004, p. 154).

Tabla 1

Diámetros de las partículas coloidales.

Diámetro de la partícula (mm)	Escala de tamaños	Área superficial total	Tiempo requerido para sedimentar
10	Grava	3,15 cm ²	0,3 s
1	Arena gruesa	31,50 cm ²	3,0 m/s
0,1	Arena fina	315,00 cm ²	38,0
0,01	Sedimento	3150,00 cm	33,0 min
0,001	Bacteria	3,15 m ²	55,0 horas
0,0001	Partícula coloidal	31,50 m ²	230,0 días
0,00001	Partícula coloidal	0,283 ha	6,3 años
0,000001	Partícula coloidal	2,83 ha	63,0 años

Fuente: (Barrenechea, 2004).

Los coloides se clasifican según su afinidad por el agua en hidrofóbicos, odiosos al agua, é hidrofílicos, amantes del agua. Los coloides hidrofóbicos tienen la capacidad de reaccionar espontáneamente con el agua para formar suspensiones coloidales, que luego pueden deshidratarse y convertirse nuevamente en el material original o redistribuirse repetidamente; por eso se denominan coloides reversibles. Los coloides hidrofóbicos, por otro lado, casi siempre se obtienen por medios físicos o químicos, no se dispersan espontáneamente en agua y, por lo

tanto, se denominan **coloides irreversibles**. Entre **los coloides hidrofóbicos** se encuentran la arcilla, el oro y otros metales, así en los hidrofílicos como las proteínas, los jabones y los detergentes (Romero, 2009, p. 235).

52

Tratamiento de agua

Las aguas naturales contienen sustancias solubles y en suspensión que pueden ser orgánicas o inorgánicas. Los materiales suspendidos pueden ser lo suficientemente grandes y densos como para ser eliminados del agua por simple sedimentación, pero algunas partículas son tan pequeñas y tienen una carga eléctrica tan ligera que chocan constantemente, evitando la aglomeración y la sedimentación. Estas partículas, con dimensiones oscilan entre 1μ y $0,2\mu$, son auténticas partículas coloides (Casero, 2008).

Las principales causas de la turbidez y el color del agua son partículas microscópicas conocidas como partículas coloidales. Estas partículas pueden pasar a través de un medio filtrante delgado y permanecer suspendidas en el agua durante un período prolongado de tiempo. Por otro lado, a pesar de tener una concentración muy estable, no suelen acercarse. Se utilizan procesos de coagulación y floculación para eliminar estas partículas; el objetivo de la coagulación es desestabilizar las partículas en suspensión para facilitar la aglomeración. En la práctica, este proceso se caracteriza por la rápida incorporación y dispersión de productos químicos. El objetivo de la floculación es facilitar el contacto entre partículas desestabilizadas mediante una mezcla lenta. Estas partículas se añaden para formar un flóculo que se puede eliminar fácilmente mediante procedimientos de decantación y filtrado (Andía, 2000).

13

Agua para consumo humano

El agua para beber debe estar libre de organismos patógenos, concentraciones químicas, impurezas y cualquier otro tipo de contaminación que pueda dañar la salud humana. Por lo tanto, es fundamental garantizar la buena calidad del agua, factor que influye en la salud de una comunidad. Cuando el agua se contamina, se recomienda realizar algún tipo de tratamiento para convertir el agua contaminada en agua segura para beber y otros usos (Hernández, 2001).

2 Coagulación

Es un proceso químico que desestabiliza las partículas coloidales al neutralizar las fuerzas que las mantienen alejados mediante la adición de coagulantes químicos y la aplicación de energía de mezcla (Aguilar y Ortuño, 2002). El objetivo es desestabilizar las partículas coloidales en suspensión para promover su aglomeración; como resultado, se eliminan los materiales en suspensión estable; la coagulación no solo elimina la turbidez sino también la concentración de materiales orgánicos y microorganismos (Andía, 2000).

El proceso de coagulación implica agregar un producto al agua que es capaz: De neutralizar la carga de los coloides generalmente electronegativos del agua. De formar un precipitado. Este producto se conoce como coagulante (Acosta, 2006).

Potencial de hidrógeno

El pH es una medida de la actividad del ion hidrógeno en una solución y es equivalente a:

$$\text{pH} = -\log\{\text{H}^+\}$$

El rango de pH está determinado por el tipo de coagulante utilizado y la naturaleza del agua que se trata; si la coagulación ocurre fuera del rango de pH óptimo, se debe aumentar la cantidad de coagulante; como resultado, la dosis requerida es alta. El rango de pH óptimo para las sales de aluminio es de 6,5 a 8,0 y el rango de pH óptimo para las sales de hierro es de 5,5 a 8,5 unidades (Andía, 2000).

El pH es uno de los factores más valioso porque determina la naturaleza de las especies presentes en el agua y su solubilidad para cada coagulante. Hay una zona de pH para cada coagulante donde se produce una buena floculación en un corto período de tiempo y con una dosis dada de coagulante. La coagulación debe tener lugar dentro de esta zona óptima para cualquier agua, o habrá una pérdida de producto químico y una disminución en el rendimiento operativo (Aguilar et al., 2002).

Dosis del coagulante

La cantidad de coagulante utilizada tiene un impacto directo en la eficiencia de la coagulación, de la siguiente manera: una pequeña cantidad de coagulante no neutraliza completamente la carga de partículas, la formación de microfloculos es limitada y, por lo tanto, la turbidez residual es alta; una gran cantidad de coagulantes provoca la inversión de la carga de partículas, dando lugar a la formación de numerosos microfloculos pequeños con bajas velocidades de sedimentación; como resultado, la turbidez residual también es elevada. La cantidad óptima de aplicación y la selección del coagulante se determinan mediante pruebas de jarra. La elección del coagulante y la dosificación tienen un impacto significativo en: la calidad del agua clarificada, el funcionamiento de los decantadores ya sea bueno o malo (Andía, 2000).

Floculación

El fenómeno de floculación ocurre cuando las partículas desestabilizadas chocan entre sí para formar coágulos más grandes (Arboleda, 2000).

La adición del coagulante provoca la formación del floculo, pero es necesario aumentar el volumen, el peso y lo más importante, la cohesión del floculo: Una perfecta coagulación; un incremento en la cantidad de floculo presentes en el agua; colocar el agua en contacto con los precipitados conformados por el tratamiento previo (recirculación de fangos lecho de fango), procurando conseguir la mayor concentración posible. una presión conjuntiva homogénea y lenta para aumentar la probabilidad de que las partículas coloidales descargables electroquímicamente colisionen con una partícula floculo y el uso de ciertos productos floculantes (Acosta, 2006).

Efectos de sólidos coloidales en el agua

Turbidez

La turbidez es provocada por partículas en suspensión y coloidales que acortan el paso de la luz a través del agua y hacen aparecer el agua como sucia o barrosa; en donde se encuentran los minerales u orgánicas, encontrándose: arcilla, compuestos de zinc, etc. El grado de turbidez está determinado por la concentración de partículas, su tamaño, dispersión y las propiedades de absorción de la luz que

presenta la suspensión; pese a que presenta efectos adversos a la salud, este disminuye la calidad estética del agua. Cuando la turbidez se encuentra en un alto nivel proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección y estimular el crecimiento bacteriano (Cortés, 2002).

Color

El color es una característica estética y su concentración puede producir cierto rechazo. Es la presencia de sustancias orgánicas solubles o coloidales, así como de sustancias inorgánicas solubles, como de organismos vivos como las algas, es lo que le da color al agua. Cuando hay turbiedad en el agua este toma un color distinto y se necesita un mecanismo técnico para obtener el color verdadero (CEPIS, 2004).

Biocoagulantes

Los biocoagulantes son polímeros de elevado peso molecular que pueden ser de origen natural y sintéticos; los de origen natural son compuestos orgánicos de origen biológicos entre lo que destacan los derivados del almidón y la celulosa, extractos vegetales, alginatos entre ellas los extractos de algas, ciertas gomas, guar y quitosán (Aguilar et al., 2002).

Es la materia prima que se puede extraer u adquirir de fuentes naturales sin el uso de procesos nocivos para la naturaleza y en algunos casos con la ayuda de un solvente como agua, etanol entre otros (Ramírez & Jaramillo, 2015).

La mayoría de los extractos naturales provienen de plantas, específicamente semillas, cortezas, hojas, razas entre otros. Las proteínas, en general, son moléculas floculantes derivadas de extractos naturales. Estos pueden ser utilizados como reemplazo total o parcial de los coagulantes convencionales o como coadyuvantes en el proceso de coagulación-floculación, con el objetivo de reducir la turbidez y en algunos casos, contribuir a la reducción de la carga microbiológica en el agua cruda (Guzmán et al., 2013).

En otras palabras, estudios recientes han demostrado un potencial significativo para el uso de sustancias orgánicas en los procesos de clarificación del agua en términos de reducción de la turbidez, el color y los microorganismos que se encuentran en diferentes cuerpos de agua (Ramírez & Jaramillo, 2015).

⁴³ *Moringa oleífera*

La *Moringa oleífera* es una planta que ⁵⁸ se originó en el norte de la India y ahora se ³⁶ encuentra en todo el mundo. El cultivo se puede propagar por semillas o reproducción asexual (estacas), incluso en suelos pobres, tolera largos períodos de sequía y crece bien en condiciones áridas y semiáridas (Folkard & Sutherland, 1996).

Este arbusto puede crecer ²⁴ de 7 a 12 metros de altura y de 20 a 40 centímetros de diámetro, con una copa abierta en forma de paraguas y un tallo de forma recto. Las ³³ hojas se componen de tripinadas alternas que miden entre 30 y 70 centímetros de largo y se disponen en grupos de hasta 5 foliolos que se disponen encima del pecíolo principal y tienen un folíolo en la parte final. Estos foliolos sujetan láminas foliares (organizadas en grupos de 5 - 6 frontalmente entre ellas) con forma ovalada y miden 200 milímetros de área (Martínez, 2020).

² Clasificación y origen

Tabla 2

Clasificación y origen de Moringa oleífera.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyt
Subclase	Dilleniidae
Clase	Maragnoliopsida
Orden	Capparidales
Familia	Moringaceae
Género	² Moringácea
Nombre científico	<i>Moringa oleífera</i> Lam
Varietades:	M. arbórea, M. borziana, M. concanensis, M. drouhardii, M. hildebrandtii, M. longituba, M. ovalifolia, M. peregrina, M. pygmaea, M. rivae, M. ruspoliana, M. stenopetala

Fuente: Datos tomados de *Moringa oleífera*. (Gómez, 2013).

Las semillas

²³ Son frutos en cápsulas alargadas, trilobuladas (trígonos), dehiscentes de 20 a 60 ²³ cm de largo, aunque algunas variedades pueden crecer hasta 120 cm, con 12 a 25

semillas por fruto. Cada árbol puede producir 15 000 a 25 000 semillas por año, estas tienen forma redonda y color castaño oscuro, con tres alas blanquinoso (García M. , 2003).

Características de las semillas

El perfil de aminoácidos de las semillas de *Moringa oleifera*, permitió identificar 17 aminoácidos: ácido aspártico(Asp), ácido glutámico(Glu), serina(Ser), glicina(Gli), histidina(His), arginina(Arg), treonina(Tre), alanina(Ala), prolina(Pro), tirosina(Tir), metionina(Met), valina(Val), cistina(Cis), isoleucina(Ile), leucina(Leu), fenilalanina(Fen) y lisina(Lis) (Campos et al., 2003).

A excepción de la lisina, estos aminoácidos se encontraron en la fracción activa de *Moringa oleifera*. Este último aminoácido puede ayudar a desestabilizar las partículas coloidales que provocan la turbidez del agua y la posterior coagulación. La presencia de aminoácidos polares hidrofílicos en la muestra, como: Glu, Asp, Arg, His y Lis, sugiere que el agente coagulante activo de las semillas de *Moringa oleifera* puede estar compuesto principalmente por una variedad de cadenas de proteínas o polipeptídicas solubles en agua (Gassenschmidt et al., 1995)

El contenido total de aminoácidos (%p/p) en las semillas de *Moringa oleifera* representa el 6,92% p/p. El porcentaje más alto corresponde al ácido glutámico (1,68%), seguido de arginina (0,68%), y el porcentaje más bajo corresponde a la tirosina (0,10%) (Campos et al., 2003).

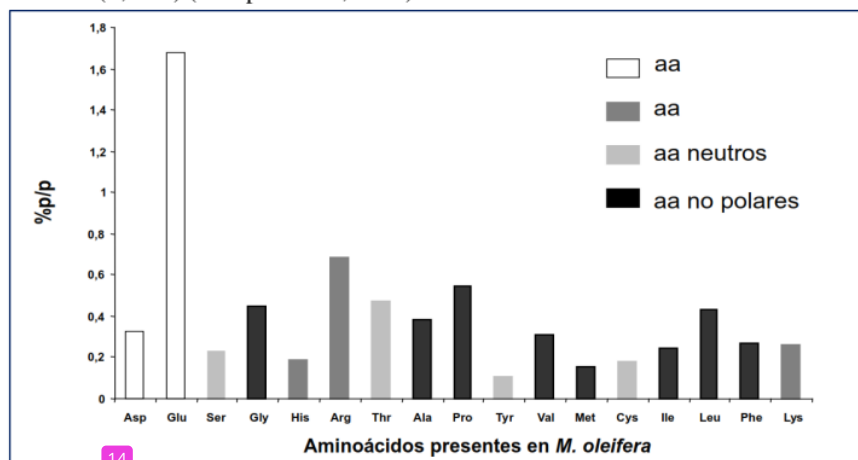


Figura 1. Clasificación y %p/p de los aminoácidos constituyentes de la proteína activa de *Moringa oleifera*.

Aminoácidos no polares: Incluye la glicina(Gli), alalina(Ala), prolina(Pro), valina(Val), metionina(Met), isoleucina(Ile), leucina(Leu), felinonina(Fen), estos aminoácidos son hidrofóbicos, en otras palabras, estos no tienden a juntarse con el agua y tienen un porcentaje másico de 2,779% p/p.

Aminoácidos polares: Incluye la serina(Ser), treonina(Tre), tirosina(Tir), cistina(Cis), histidina(His), arginina(Arg), lisina(Lis), ácido aspártico(Asp), ácido glutámico(Glu), y tienen una relación p/p de 4,135%; estos aminoácidos son hidrofílicos, lo que significa que tienden a unirse con el agua, en diversos grados según la carga de radicales de cada aminoácido. Dentro de los cuales se encuentra:

- Aminoácidos polares sin carga: Los aminoácidos presentes es la serina (Ser), treonina(Tre), tirosina(Tir), cistina(Cis), son débilmente polares y representa un 0,99% del peso total de la muestra.
- Aminoácidos polares con carga neta positiva: Se encuentra la histidina(His), arginina(Arg), lisina(Lis), son extremadamente polares por lo que suelen hallarse en la superficie de las proteínas donde pueden ser hidratados por el ambiente acuoso que los rodea, y su promedio de grupo es 1.136% p / p.
- Aminoácidos polares con carga neta negativa: Donde se agrupan ácido aspártico(Asp), ácido glutámico(Glu), representan un porcentaje másico de 2,009 % p/p. Al igual que los aminoácidos con carga positiva, son claramente son hidrofílicos, por lo que tienden a encontrarse en la superficie de las moléculas proteicas, en contacto con el agua que las rodea.

La presencia de los aminoácidos aniónicos: ácido glutámico(Glu) y ácido aspártico(Asp); y de los aminoácidos catiónicos: histidina(His), arginina(Arg), lisina(Lis), es posible deducir que la proteína activa de las semillas de *Moringa oleífera* es un polielectrolito que contiene aminoácidos polares con carga positiva y negativa que estará disponible para interactuar con las partículas coloidales responsables de la turbidez del agua y así contribuir al proceso de coagulación-floculación.

Es probable que los grupos radicales del ácido aspártico(Asp), ácido glutámico(Glu), histidina(His), arginina(Arg) y lisina(Lis) reaccionen químicamente con las partículas coloidales responsables de la turbiedad y el color,

formando así un puente químico entre las partículas, permitiéndoles crecer en tamaño y favoreciendo su eventual precipitación .

Los sitios de proteínas cargados positivamente se plegarán o serán adsorbidos en un número determinado de partículas coloidales en una o más de las mismas; este plegamiento será causado por fuerzas de atracción coulombinas porque las cargas de las moléculas involucradas son opuestas. De manera similar, aquellos sitios de proteína activa que están cargados negativamente se plegarán las partículas coloidales debido al intercambio iónico, la formación de canales de hidrógeno o las fuerzas de Van der Waals (Campos et al., 2003).

1.3. Definición de términos

Aminoácidos: Los α - aminoácidos son las unidades estructurales de las proteínas. Constan de un átomo de carbono α covalentemente unido a un átomo de hidrógeno, un grupo amina, un grupo carboxílico y una cadena latera, o grupo R. (Damodaran & Parkin, 2019).

Biocoagulante: Están compuestos principalmente en polímeros de origen natural extraídos de plantas, algas o animales. Entre estos encontramos polisacáridos y sustancias solubles en agua que actúan como agentes de coagulación y/o floculación (Banchón et al., 2016).

Coloides: Son suspensiones estables, por lo que es imposible su sedimentación natural, son sustancias responsables de la turbiedad y del color del agua. (Andía, 2000).

Color: Se define como color verdadero, que es el color producido únicamente por las sustancias que se encuentran en una solución en ese momento y no a la materia que puede estar en suspensión (Ruiz, 1998).

Dosis: Considerada el volumen indicado de coagulante a una concentración determinada con la cual se logrará conseguir la formación de flóculos con mayor compactación y velocidad de sedimentación (Barajas & León, 2015).

Flóculos: Partículas desestabilizadas y aglomeradas por acción del coagulante. (OS.020, 2010).

Neutralizar. La adición de sustancias para neutralizar el agua, tal que no sea ácida ni tampoco básica. Neutralización no significa especialmente pH de 7,0, solamente significa el punto de equivalencia de una reacción ácido-base (Agua.org.mx, 2017).

Semilla: La semilla es, de acuerdo con la botánica, la parte del fruto que se contiene en el embrión de una futura planta. Esta parte se encuentra protegida por una testa y deriva de los tegumentos del primordio seminal (Gold et al., 2004)

Turbidez: La turbidez del agua es debida a la presencia de materias en suspensión finamente divididas: arcillas, limos, granos de sílice, materia orgánica, etc (Sánchez et al., 2010).

Proteínas: Son cadenas de unidades de aminoácidos que se encuentran unidos por medio de enlaces peptídicos entre los grupos carboxilo y el grupo amino (Santos, 2009, pág. 09).

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Materiales en campo

Cuaderno de apuntes, se utilizó para apuntar las fechas, concentraciones, velocidades, resultados obtenidos en el desarrollo de la investigación.

Balde y botellas para traslado de agua, desde el pozo hasta el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria. Mandil y mascarillas, se usó para el recojo de muestra de agua del pozo.

Materiales de laboratorio

Mandil, mascarillas y guantes quirúrgicos, se usó durante el desarrollo de la obtención del biocoagulante, también en el tratamiento dado en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria.

La probeta de 100 mL, se usó para medir el agua destilada y la solución de etanol al 95,0 %.

Se utilizó papel filtro (whatman N° 40) y embudo de Buchner para la extracción de aceites y grasas contenidos en el polvo de *Moringa oleifera*.

La pipeta de 10 mL, se utilizó para medir el volumen de coagulante, y también para medir las concentraciones antes del tratamiento y después del tratamiento. Vasos precipitados de 2 L para depositar el agua del pozo para su posterior tratamiento.

El mortero, se utilizó para pulverizar las semillas para luego ser tamizadas.

Tápers herméticos para guardar el polvo obtenido de las semillas de *Moringa oleifera*.

Equipos

Se usó la estufa para secado de las semillas. También se usó balanza de precisión para pesado del polvo de *Moringa oleifera* y un agitador magnético usado para homogenizar el agua destilada con el polvo

Se usó el equipo del filtro al vacío para la extracción de aceites y grasas contenidos en el polvo de *Moringa oleifera*.

El equipo test de jarras se usó para el proceso de tratamiento de aguas, y luego medimos los parámetros: turbidímetro portátil (Hach 2100Q), colorímetro (multiparámetro DR 900), peachímetro (PCE-PHD 1).

Laboratorio

El desarrollo de los procesos de coagulación - floculación fue en el Laboratorio de Ingeniería Sanitaria.

2.2. Métodos

a. Selección del área de estudio.

Para la presente investigación se tomó como fuente de experimentación el agua del pozo, del sector Juan Antonio, dicha fuente de agua fue el punto de muestreo.

b. Recojo de agua para análisis iniciales.

Se recolectó 1,0 litro de agua del pozo, en una botella de plástico, la cual fue llevada al Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, analice los parámetros correspondientes a la problemática (turbidez, color).

Se procedió a medir la concentración inicial de la turbidez, con el equipo de turbidímetro portátil (Hach 2100Q), utilizando 10,0 mL de la muestra de agua.

También se midió la concentración inicial del color, con el equipo de colorímetro (DR 900), la cual se utilizó para cada medición 10,0 mL de muestra de agua.

c. Recolección de muestras para los ensayos y análisis.

Se recolectó en total 50,0 litros aproximadamente de agua del pozo, en un balde de plástico, lo cual fue llevado al Laboratorio de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín (se consideró el estado de emergencia por el COVID-19 y se siguió los protocolos de bioseguridad en el desarrollo de la investigación). Los análisis se realizaron tratando de conservar siempre las características propias del agua; para los ensayos correspondiente, se recolecto semanalmente durante un mes (07/02/2022, 22/02/2022, 28/02/2022, 22/03/2022) es decir; 4,0 muestreos (12,0 litros cada muestreo).

d. Obtención del biocoagulante a base de semillas de *Moringa oleífera*.

1 Para la obtención del biocoagulante se siguió minuciosamente la metodología del trabajo de investigación Moreno, (2018). Lo cual indica el siguiente procedimiento:

❖ **Recolección de semillas**

Se realizó la compra de 2,0 kg de semillas, y adquirió en mercado central de Moyobamba.

❖ **Descascarado manual**

Se quitó la cascará marrón que cubre las semillas de manera manual, al igual que el desenvaine.

❖ **Retirado del cotiledón de las semillas**

El retirado se hizo de manera manual, se retiró el cotiledón de las semillas para dejar libre la pequeña semilla.

2 ❖ **Preparación de la harina**

Una vez las semillas peladas, se procedió a secar por 24,0 horas a una temperatura de 9,0° en la estufa. Luego se trituró en un mortero de porcelana hasta que se obtuvo una especie de polvillo. Luego se procedió al tamizado (N° 100), para eliminar restos de cáscara y obtener un polvo más fino.

2 ❖ **Extracción de aceites y grasas contenidos en el polvo.**

Se realizó la extracción de aceites y grasas, procedimiento el cual se pesó 50,0gr de polvo de *Moringa oleífera*, para diluirlo en etanol al 95,0 %.

Se homogenizó mediante un agitador magnético a un tiempo de 2,0 minutos a una velocidad de 1300 RPM, Luego se extrajo los aceites y grasas a través del equipo filtró al vacío, se repitió 5,0 veces el procedimiento. Finalmente, la torta residual de *Moringa oleífera* se dejó secar en la estufa a temperatura de 99,0° en un tiempo de 24 horas.

e. Preparación de la solución *Moringa oleífera*.

1 Para la obtención de la solución de la *Moringa oleífera*, se utilizó el siguiente modelo utilizado por Aldana (2012) en su investigación:

La solución se preparó para las distintas concentraciones añadiendo extracto de *Moringa oleifera* a un volumen de agua destilada y agitando hasta obtener una solución homogénea.

Se preparó 10 000 ml de una solución al 1,0 % de biocoagulante de la semilla de *Moringa oleifera*, aplicamos la siguiente fórmula:

$$\%W = \text{WSTO} \times 100 / \text{WSTO} + \text{WSOL}$$

$$\%W = 10,0 \text{ gr Moringa} \times 100 / (10,0 \text{ gr de Moringa} + 990,0 \text{ gr agua})$$

$$\%W = 1,0 \% \text{ biocoagulante de Moringa}$$

f. Ensayos prueba de jarras.

Los ensayos se realizaron a diferentes concentraciones del biocoagulante a base de *Moringa oleifera* con el equipo de prueba de jarras; simulando el proceso de coagulación - floculación y sedimentación. Las dosis de coagulantes aplicados en cada jarra (1 mL; 2 mL; 3 mL; 4 mL; 5 mL; 6 mL).

- Se programó el equipo a diferentes tiempos y velocidades para la corrida (mezcla rápida, lenta y sedimentación).
- Se llenaron los 6 vasos precipitados con las muestras de agua a tratar, cada uno con una capacidad de 1L.
- Se inyectó el biocoagulante a base de *Moringa oleifera*, a diferente dosis para la corrida.

g. Análisis de los parámetros finales.

Después de los tratamientos, se obtuvieron los valores finales de los parámetros estudiados: Turbidez (UNT), color (UPC), mediante los equipos de medición.

Tabla 3*Equipos de medición*

Parámetros	Equipo
Turbidez (UNT)	Turbidímetro (Hach 2100Q)
Color (UPC)	Multiparametro (DR 900)

h. Determinación de la dosis óptima del biocoagulante *Moringa oleífera*.

Se calculó la dosis óptima del ⁴¹coagulante que va aplicar a cada jarra mediante la ecuación de balance de masas. (CEPIS, 2004, pág. 241)

$$P = D \times Q = q \times C$$

$$D = \frac{q \times C}{Q}$$

Donde:

P = Peso de coagulante por aplicar

D = Dosis óptima del coagulante en mg/L

Q = Capacidad de las jarras en litros

q = Volumen de solución por aplicar (mL)

C = Concentración de la solución en mg/L

i. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para la evaluación del proceso de coagulación – flocculación ³⁴ en la remoción de sólidos coloidales en agua de un pozo, se utilizó el equipo de prueba de jarras (jarr test, marca Phipps & Bird 7790-990). ¹ Para el procesamiento de los resultados obtenidos fueron representados en cuadros estadísticos, gráficos.

Para contrastar la hipótesis y validar los resultados, se usó la prueba estadística análisis de varianza (ANOVA), comparando las varianzas entre las medias (o el promedio) en los tratamientos realizados de diferentes grupos, utilizando la distribución F.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

3.1.1. Niveles de concentración (turbidez, color) en el pozo de agua del sector Juan Antonio antes del tratamiento.

Tabla 4

Concentraciones iniciales de las muestras

Parámetro	Unidad	Muestras recolectadas				Promedio
		M1	M2	M3	M4	
Turbidez	UNT	76,7	133,0	113,0	165,0	121,9
Color	UPC	350,0	375,0	320,0	410,0	363,8

Interpretación:

La siguiente tabla 4 representan las características físicas de las muestras recolectadas durante los meses de febrero y marzo, obteniendo valores elevados para ser consumidos directamente, cabe mencionar que durante estas semanas de muestreo hubo bastante precipitación pluvial, por consiguiente, los niveles de concentración aumentaron considerablemente, de las muestras recolectadas en el pozo del sector Juan Antonio. (Ver anexo 4)

3.1.2. Niveles de concentraciones (turbidez, color) después de la aplicación de biocoagulante a base de *Moringa oleifera*.

Biocoagulante de *Moringa oleifera* a solución patrón de 0,5%.

Tabla 5

Tratamiento al 0,5 % a una velocidad de 100 RPM.

Parámetros	UND	Muestra 01 - 100 RPM -25 -RPM					
		Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbidez	UNT	28,7	28,3	34,3	33,0	30,4	27,9
Color	UPC	158,0	162,0	174,0	177,3	192,7	157,3

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 100 RPM con la primera muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable cierto grado de remoción, pero lo más relevante con respecto a la turbidez se dio en la jarra (J6), con una dosis de 6 mL, igualmente para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J6), con la misma dosis aplicada.

Tabla 6

Tratamiento al 0,5 % a una velocidad de 200 RPM.

		Muestra 01 - 200 RPM -50 -RPM					
Parámetros	UND	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbidez	UNT	15,2	15,5	16,8	16,4	14,5	14,1
Color	UPC	94,7	100,7	108,7	104,0	97,3	93,3

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 200 RPM con la primera muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable una remoción, pero lo más relevante con respecto a la turbidez fue en la jarra (J6), con una dosis de 6 mL, para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J6), con la misma dosis aplicada.

Tabla 7

Tratamiento al 0,5 % a una velocidad de 300 RPM.

		Muestra 01 - 300 RPM -75-RPM					
Parámetros	UND	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbidez	UNT	15,7	22,3	24,3	24,2	26,0	30,0
Color	UPC	110,0	110,7	128,0	168,7	126,0	145,3

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 300 RPM con la primera muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en

los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable una remoción, pero los más relevante con respecto a la turbidez fue en la jarra (J1), con una dosis de 1 mL, para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J1), con una dosis la misma dosis aplicada.

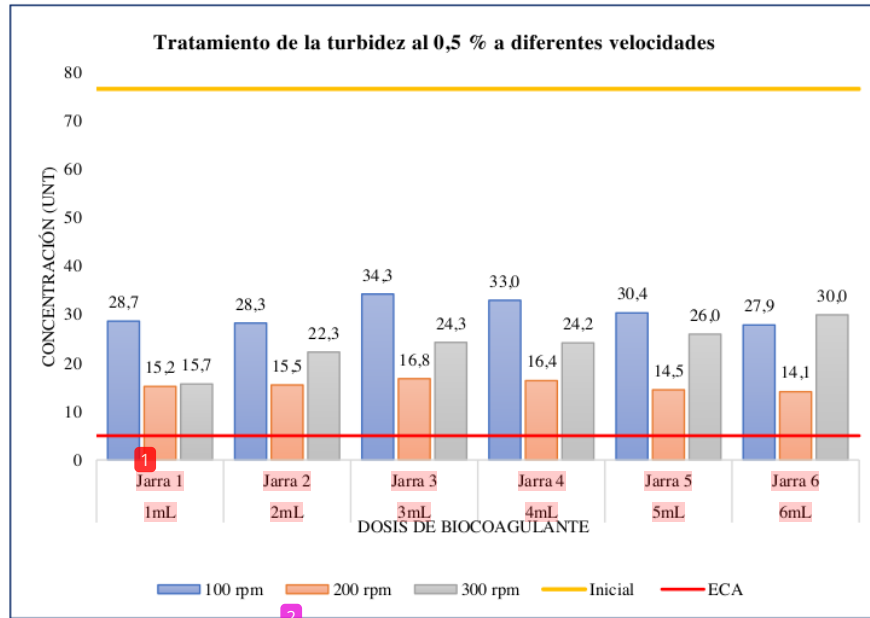


Figura 2. Resultados finales de la turbidez (UNT), en los ensayos dados a una concentración 0,5% a diferentes velocidades.

Interpretación:

Esta figura nos muestra los valores obtenidos en los ensayos realizados a diferentes velocidades de 100 RPM, 200 RPM, 300 RPM; a una concentración de 0,5 % del biocoagulante de *Moringa oleifera*, el valor de turbidez inicial fue elevado (76.70 UNT), superando los Estándares de calidad ambiental (5 UNT). Los mejores resultados para dicho parámetro se dio a velocidad rápida de 200 RPM, llegando a obtener el menor valor en la jarra 6 de 14,1 UNT (al agregar una dosis de 6 mL) y el valor más elevado fue de 16,8 UNT en la jarra 3, si se logró una remoción en los tratamientos dados, pero dichos resultados se encuentran por encima de los ECAS, logrando evidenciar que el biocoagulante a dicha concentración, no redujo valores de turbidez por debajo de los estándares establecido para consumo humano.

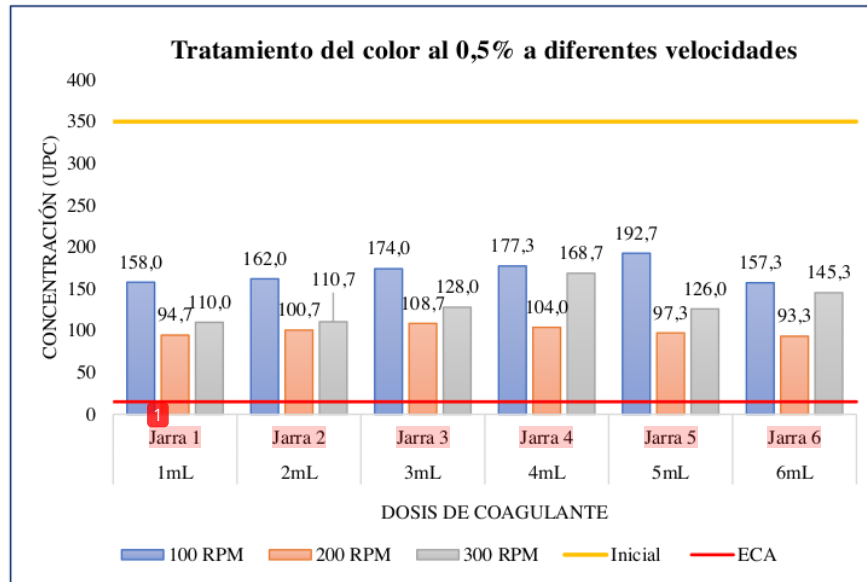


Figura 3. Resultados finales del color (UPC), en los ensayos dados, a una concentración 0,5% a diferentes velocidades.

Interpretación:

Esta figura nos muestra los valores obtenidos en los ensayos realizados a diferentes velocidades de 100 RPM, 200 RPM, 300 RPM; a una concentración de 0,5 % de biocoagulante de *Moringa oleifera*, el valor inicial de color fue elevado (350,0 UPC), superando los Estándares de calidad ambiental (15,0 UPC). Los mejores resultados para dicho parámetro se dieron a la velocidad de 200 RPM, llegando a obtener el menor valor en la jarra 6 de 93,3 UPC (al agregar una dosis de 6 mL) y el valor más elevado fue de 108,7 UPC en la jarra 3. En los 3 ensayos se logró una remoción, pero dichos valores se encuentran por encima de los ECAS, logrando evidenciar que el biocoagulante tiene un déficit para tratar el color a dicha concentración.

Biocoagulante de *Moringa oleifera* a solución patrón de 1,0%.

Tabla 8

Tratamiento al 1,0 % a una velocidad de 100 RPM.

Muestra 02 - 100 RPM -25 -RPM							
Parámetros	UND	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbidez	UNT	32,2	26,4	30,9	30,1	30,2	27,8
Color	UPC	205,0	210,0	239,0	218,0	233,0	245,0

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 100 RPM con la segunda muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable una remoción, pero los más relevante con respecto a la turbidez fue en la jarra (J2), con una dosis de 2 mL, para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J2), con una dosis la misma dosis aplicada.

Tabla 9

Tratamiento al 1,0 % a una velocidad de 200 RPM.

		Muestra 02 - 200 RPM -50 -RPM					
Parámetros	UND	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra5	Jarra 6
Turbidez	UNT	4,9	7,5	17,6	14,2	16,3	26,3
Color	UPC	56,0	86,0	151,0	182,0	192,0	187,0

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 200 RPM con la segunda muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable una remoción, pero los más relevante con respecto a la turbidez fue en la jarra (J1), con una dosis de 1 mL, para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J1), con una dosis la misma dosis aplicada.

Tabla 10

Tratamiento al 1,0 % a una velocidad de 300 RPM.

		Muestra 02 - 300 RPM -75 -RPM					
Parámetros	UND	Jarra1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbidez	UNT	16,0	20,3	23,5	23,8	23,0	22,4
Color	UPC	135,0	152,0	173,0	178,0	157,0	175,0

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 300 RPM con la segunda muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable una remoción, pero los más relevante con respecto a la turbidez fue en la jarra (J1), con una dosis de 1 mL, para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J1), con una

dosificación la misma dosis aplicada. El pH con el tratamiento dado tiende a reducirse en poca proporción, sin alterarlas a sus valores iniciales.

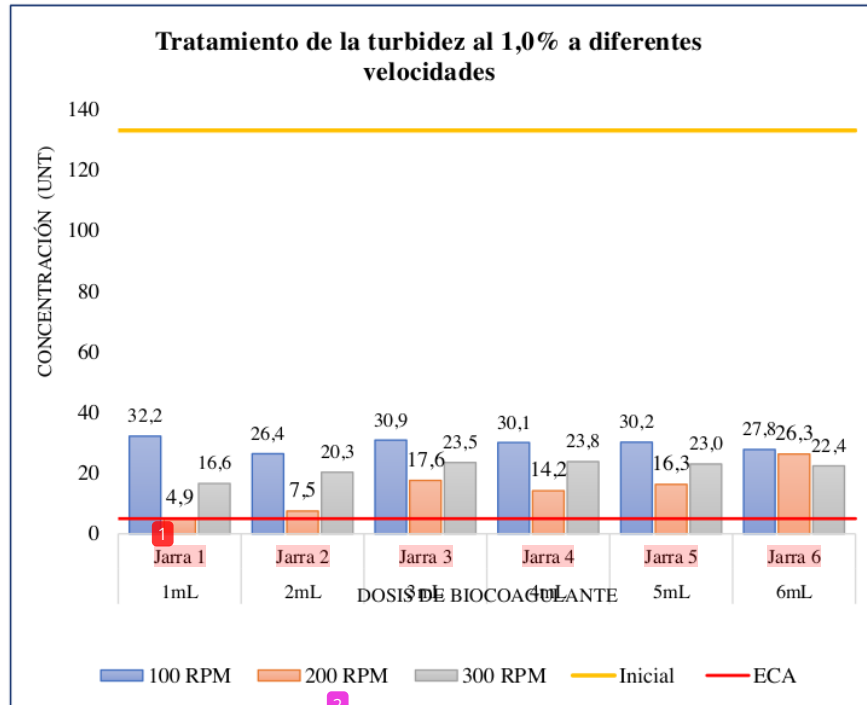


Figura 4. Resultados finales de la turbidez (UNT), en los ensayos dados a una concentración 1,0%.

Interpretación:

Esta figura nos muestra los valores obtenidos en los ensayos realizados a una concentración de 1,0 % de biocoagulante de *Moringa oleifera*, el valor de turbidez inicial fue elevado (133,0 UNT), superando los Estándares de calidad ambiental (5,0 UNT). Los mejores resultados para dicho parámetro se dio a velocidad rápida de 200 RPM, llegando a obtener el menor valor en la jarra 1 de 4,9 UNT (al agregar una dosis de 1 mL) logrando cumplir los límites establecidos por los ECAS, y el valor más elevado fue de 26,3 UNT en la jarra 6, si se logró una remoción en los demás tratamientos dados, pero sigue siendo valores por encima de los valores de los ECAS aplicando dicha concentración.

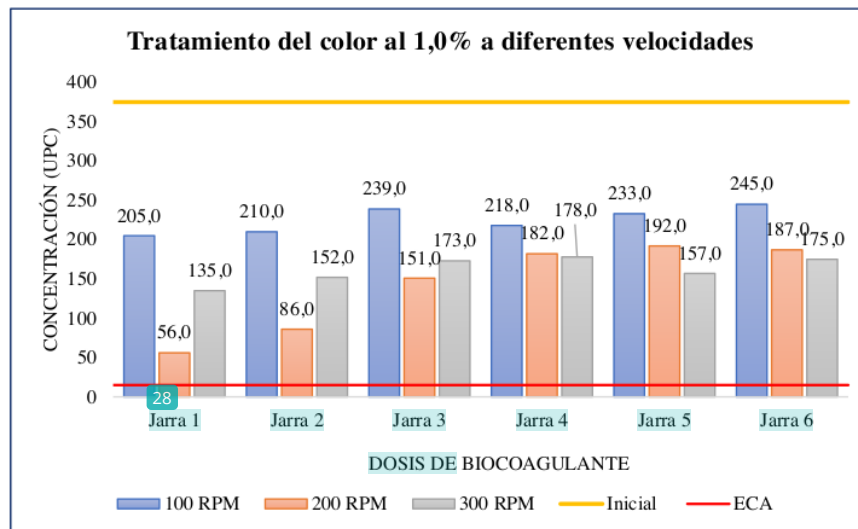


Figura 5. Resultados finales del color (UPC), en los ensayos dados, a una concentración 1,0% a diferentes velocidades.

4

Interpretación:

En la figura se muestra los valores obtenidos en los ensayos realizados a una concentración de 1,0% de bioaglutante de *Moringa oleífera*, el valor inicial de color fue elevado (375,0 UPC), superando los Estándares de calidad ambiental (15,0 UPC). Los mejores resultados para dicho parámetro se dieron a la velocidad de 200 RPM, llegando a obtener el menor valor en la jarra 1 de 56,0 UPC (al agregar una dosis de 1 mL) y el valor más elevado fue de 187,0 UPC en la jarra 6. En los 3 ensayos se logró una remoción, pero dichos valores se encuentran por encima de los ECAS, logrando evidenciar que el bioaglutante tiene un déficit para tratar el color a dicha concentración.

Bioaglutante de *Moringa oleífera* a solución patrón de 1,5%.

Tabla 11

Tratamiento al 1,5 % a una velocidad de 100 RPM.

		Muestra 03 - 100 RPM -25 -RPM					
Parámetros	UND	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbidez	UNT	26,1	39,9	35,6	34,3	27,0	30,0
Color	UPC	199,6	240,0	233,9	227,0	201,9	239,0

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 100 RPM con la tercera muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable una remoción, pero lo más relevante con respecto a la turbidez fue en la jarra (J1), con una dosis de 1 mL, para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J1), con una dosis la misma dosis aplicada.

Tabla 12

Tratamiento al 1,5 % a una velocidad de 200 RPM.

		Muestra 03 - 200 RPM -50 -RPM					
Parámetros	UND	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbidez	UNT	21,0	19,2	20,8	20,8	17,2	26,1
Color	UPC	126,5	125,0	157,0	140,2	102,9	144,0

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 200 RPM con la tercera muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable una remoción, pero lo más relevante con respecto a la turbidez fue en la jarra (J5), con una dosis de 5 mL, para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J5), con una dosis la misma dosis aplicada.

Tabla 13

Tratamiento al 1,5 % a una velocidad de 300 RPM.

		Muestra 03 - 300 RPM -75 -RPM					
Parámetros	UND	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbidez	UNT	23,9	42,3	41,0	30,6	31,0	32,5
Color	UPC	173,0	233,9	214,1	225,5	177,5	182,1

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 300 RPM con la tercera muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en

los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable una remoción, pero los más relevante con respecto a la turbidez fue en la jarra (J1), con una dosis de 1 mL, para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J1), con una dosis la misma dosis aplicada.

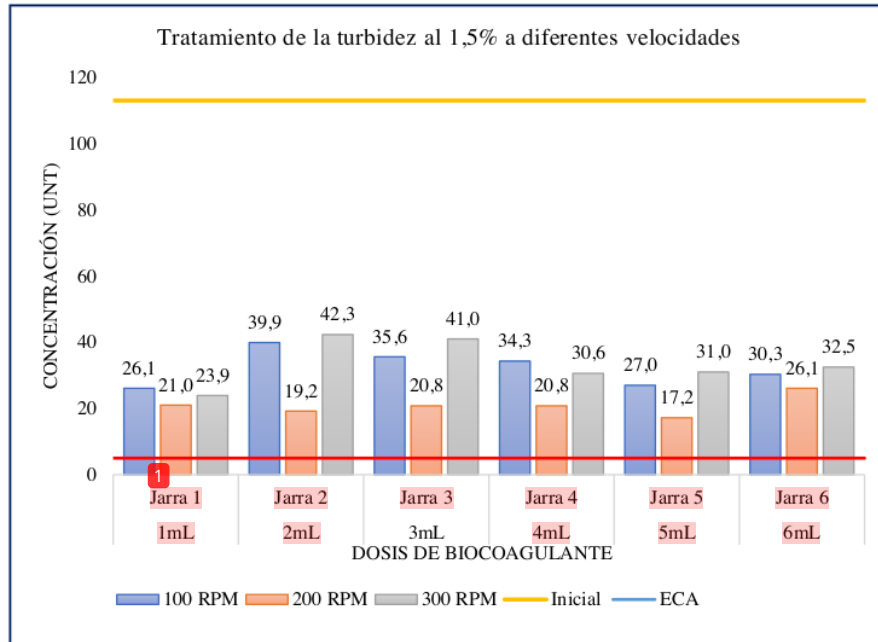


Figura 6. Resultados finales de la turbidez (UNT), en los ensayos dados a una concentración 1,5% a diferentes velocidades.

Interpretación:

Esta figura nos muestra los valores obtenidos en los ensayos realizados a una concentración de 1,5% de biocoagulante de *Moringa oleifera*, el valor de turbidez inicial fue elevado (113,0 UNT), superando los Estándares de calidad ambiental (5,0 UNT). Los mejores se resultados para dicho parámetro se dio a velocidad rápida de 200 RPM, llegando a obtener el menor valor en la jarra 5 de 17,2 UNT (al agregar una dosis de 5 mL) y el valor más elevado fue de 26,1 UNT en la jarra 6, si se logró una remoción en los tratamientos dados, pero dichos resultados se encuentran por encima de los ECAS, logrando evidenciar que el biocoagulante a dicha concentración, no redujo valores de turbidez por debajo de los estándares establecido para consumo humano.

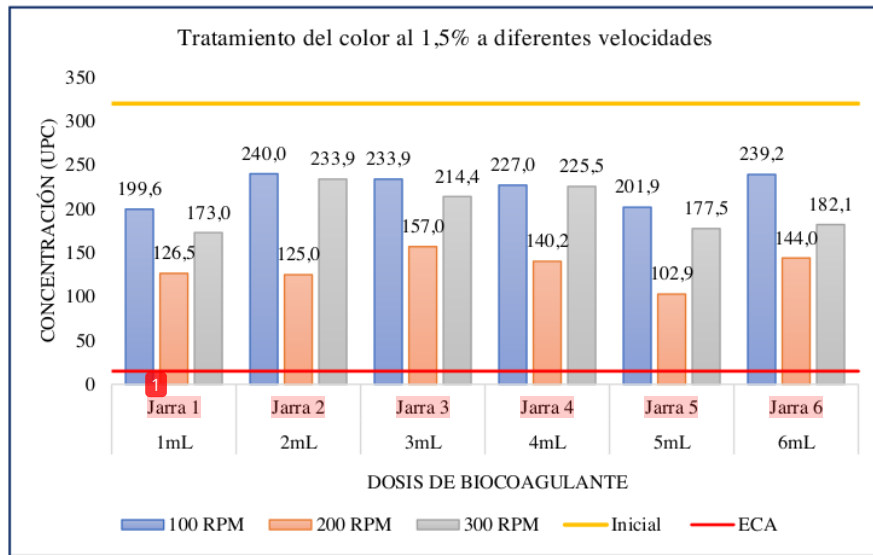


Figura 7. Resultados finales del color (UPC), en los ensayos dados, a una concentración 1,5% a diferentes velocidades.

4

Interpretación:

En la figura se muestra los valores obtenidos en los ensayos realizados a una concentración de 1,5 % de biocoagulante de *Moringa oleifera*, el valor inicial de color fue elevado (320,0 UPC), superando los Estándares de calidad ambiental (15,0 UPC). Los mejores resultados para dicho parámetro se dieron a la velocidad de 200 RPM, llegando a obtener el menor valor en la jarra 5 de 102,9 UPC (al agregar una dosis de 5 mL) y el valor más elevado fue de 140,0 UPC en la jarra 4. En los 3 ensayos se logró una remoción, pero dichos valores se encuentran por encima de los ECAS, logrando evidenciar que el biocoagulante tiene un déficit para tratar el color a dicha concentración.

Biocoagulante de *Moringa oleifera* a solución patrón de 2,0%.

Tabla 14

Tratamiento al 2,0 % a una velocidad de 100 RPM.

		Muestra 04 - 100 RPM -25 -RPM					
Parámetros	UND	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbidez	UNT	27,9	29,9	31,4	27,1	24,0	25,8
Color	UPC	163,3	204,3	186,6	166,1	153,1	154,4

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 100 RPM con la cuarta muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable una remoción, pero los más relevante con respecto a la turbidez fue en la jarra (J5), con una dosis de 5 mL, para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J5), con una dosis la misma dosis aplicada.

Tabla 15

Tratamiento al 2,0 % a una velocidad de 200 RPM.

		Muestra 04 - 200 RPM -50 -RPM					
Parámetros	UND	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbidez	UNT	22,8	38,0	35,5	38,5	31,7	31,4
Color	UPC	133,9	198,2	168,8	185,2	136,7	254,0

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 200 RPM con la cuarta muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable una remoción, pero los más relevante con respecto a la turbidez fue en la jarra (J1), con una dosis de 1 mL, para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J1), con una dosis la misma dosis aplicada.

Tabla 16

Tratamiento al 2,0 % a una velocidad de 300 RPM.

		Muestra 04 - 300 RPM -75 -RPM					
Parámetros	UND	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
Turbidez	UNT	25,3	30,8	32,9	30,0	33,9	38,7
Color	UPC	132,6	160,6	172,2	156,5	154,4	208,4

Interpretación:

Se ha realizado la corrida a 300 RPM con la cuarta muestra, los mejores resultados obtenidos después del tratamiento, con respecto a los niveles de concentración en

los parámetros físicos de nuestro estudio. Muestran para cada variable una remoción, pero los más relevante con respecto a la turbidez fue en la jarra (J1), con una dosis de 1 mL, para el color la mayor remoción se dio en la jarra (J1), con una dosis la misma dosis aplicada.

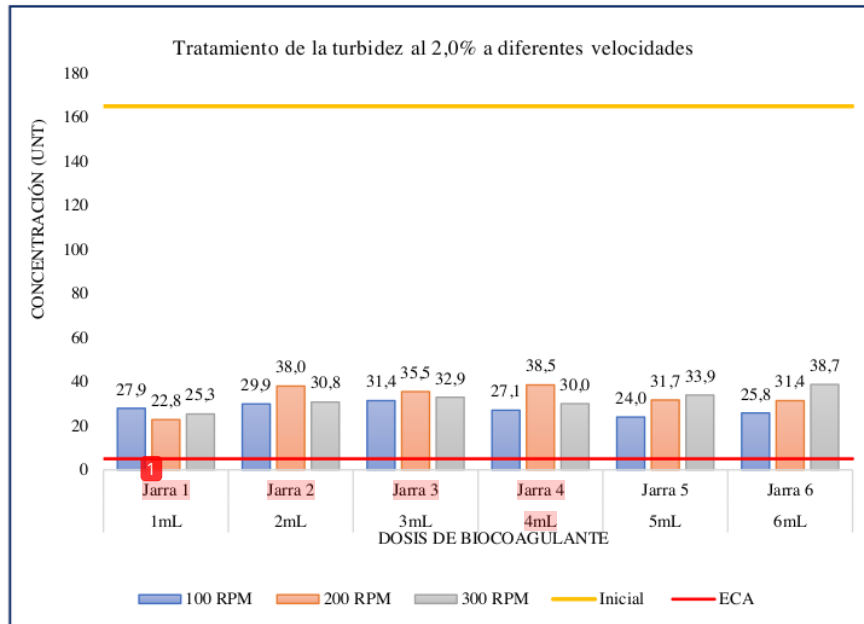


Figura 8. Resultados finales de la turbidez (UNT), en los ensayos dados a una concentración 2,0%.

Interpretación:

Esta figura nos muestra los valores obtenidos en los ensayos realizados a una concentración de 2,0 % de biocoagulante de *Moringa oleifera*, el valor de turbidez inicial fue elevado (165,0 UNT), superando los Estándares de calidad ambiental (5,0 UNT). Los mejores resultados para dicho parámetro se dio a velocidad rápida de 200 RPM, llegando a obtener el menor valor en la jarra 1 de 22,8 UNT (al agregar una dosis de 1 mL) y el valor más elevado fue de 32,9 UNT en la jarra 3, si se logró una remoción en los tratamientos dados, pero dichos resultados se encuentran por encima de los ECAS, logrando evidenciar que el biocoagulante a dicha concentración, no redujo valores de turbidez por debajo de los estándares establecido para consumo humano.

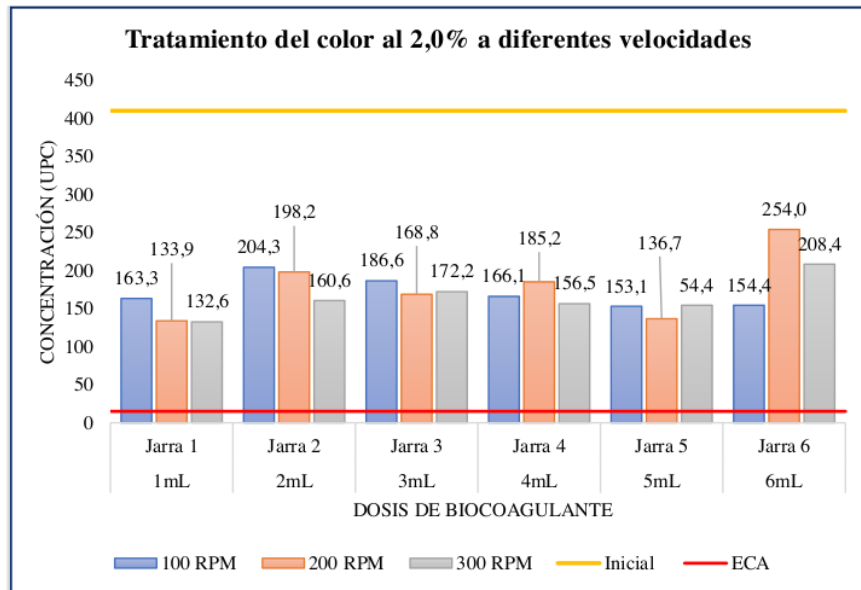


Figura 9. Resultados finales del color (UPC), en los ensayos dados, en los ensayos dados a una concentración 2,0%.

4

Interpretación:

En la figura se muestra los valores obtenidos en los ensayos realizados a una concentración de 2,0 % de biocoagulante de *Moringa oleifera*, el valor inicial de color fue elevado (410,0 UPC), superando los Estándares de calidad ambiental (15,0 UPC). Los mejores resultados para dicho parámetro se dieron a la velocidad de 300 RPM, llegando a obtener el menor valor en la jarra 1 de 132,6 UPC (al agregar una dosis de 1 mL) y el valor más elevado fue de 208,4 UPC en la jarra 4. En los 3 ensayos se logró una remoción, pero dichos valores se encuentran por encima de los ECAS, logrando evidenciar que el biocoagulante tiene un déficit para tratar el color a dicha concentración.

3.1.3. ³ Eficiencia del coagulante a base de semilla de *Moringa oleífera* en el tratamiento en las aguas.

Tratamiento de la turbidez con concentración 0,5 %.

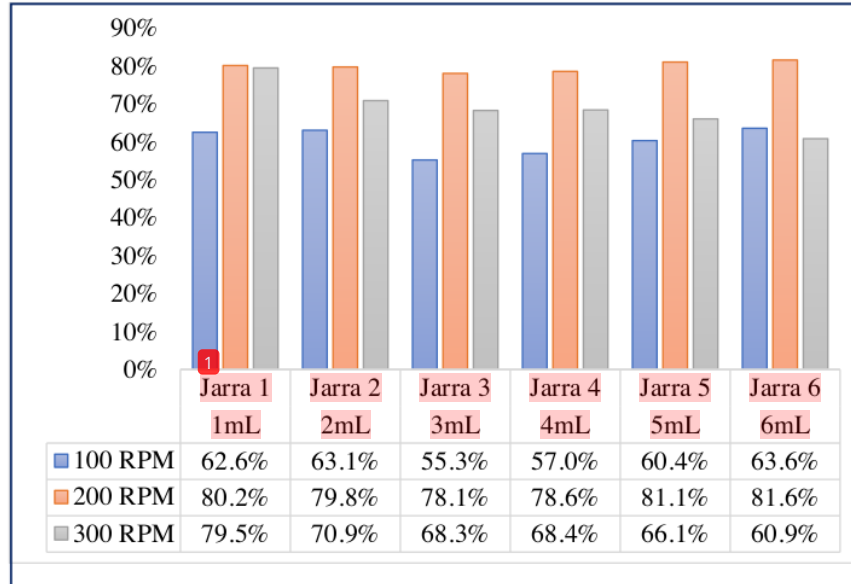


Figura 10. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto a la turbidez (UNT) a una concentración de 0,5%.

Interpretación:

La figura muestra la eficiencia en el parámetro de la turbidez los ensayos realizados a diferentes velocidades, aplicado una concentración patrón de 0,5%. La mayor eficiencia se dio en el ensayo a una velocidad de 200 RPM, llegando a remover a 81,6 % en la jarra 6 con una dosis de 6 mL, respecto a sus valores iniciales presentado dicha agua, a la velocidad de 300 RPM también redujo en un 79,5%, seguido por la velocidad a 100 RPM que redujo en un 63,6%.

Tratamiento del color con concentración 0,5 %.

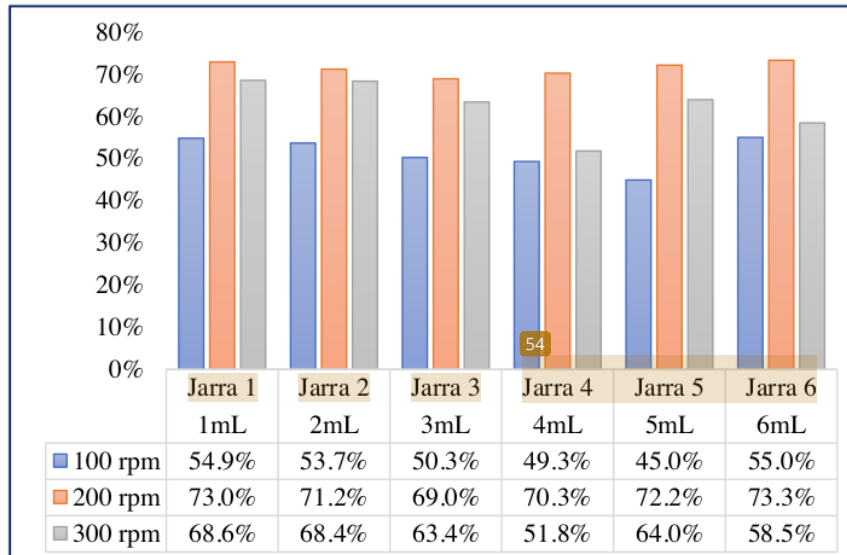


Figura 11. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto al color (UPC) a una concentración de 0,5%.

Interpretación:

La figura muestra la eficiencia en el parámetro del color en los ensayos realizados a diferentes velocidades, aplicado una concentración patrón de 0,5%. La mayor eficiencia se dio en el ensayo a una velocidad de 200 RPM, llegando a remover a 73,3 % en la jarra 6 con una dosis de 6 mL, respecto a sus valores iniciales presentado dicha agua, seguido por velocidad de 300 RPM también redujo en un 68,6%, seguido por la velocidad a 100 RPM que redujo en un 55,0%.

Tratamiento de la turbidez con concentración 1,0%.

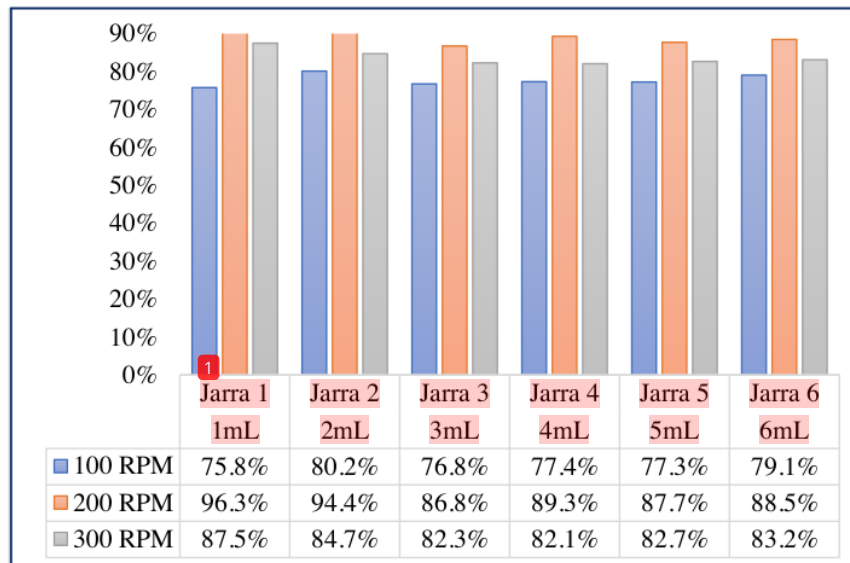


Figura 12. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto a la turbidez (UNT) a una concentración de 1,0%.

Interpretación:

La figura muestra la eficiencia en el parámetro de la turbidez los ensayos realizados a diferentes velocidades, aplicado una concentración patrón de 1,0%. La mayor eficiencia se dio en el ensayo a una velocidad de 200 RPM, llegando a remover a 96,3% en la jarra 1 con una dosis de 1 mL, respecto a sus valores iniciales presentado dicha agua, a la velocidad de 300 RPM también redujo en un 87,5%, seguido por la velocidad a 100 RPM que redujo en un 80,2%.

Tratamiento del color con una concentración 1,0%.

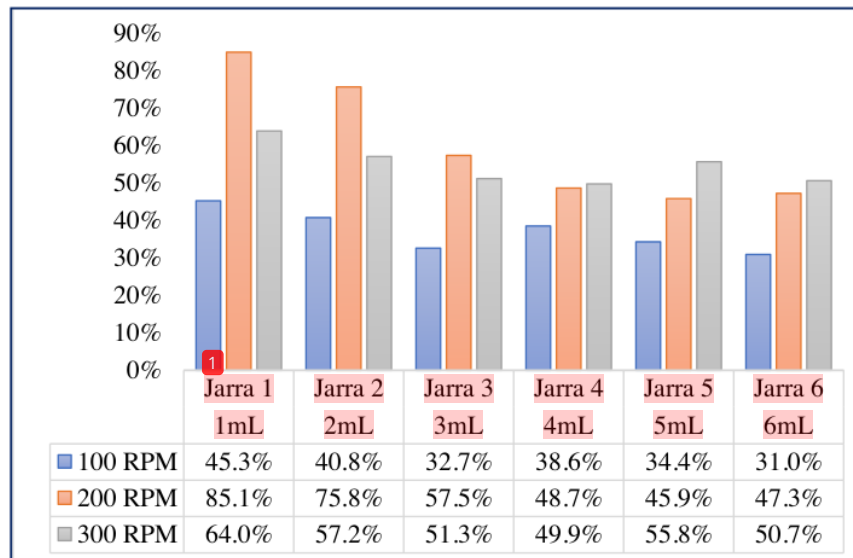


Figura 13. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto al color (UPC) a una concentración de 1,0%.

Interpretación:

La figura muestra la eficiencia en el parámetro del color en los ensayos realizados a diferentes velocidades, aplicado una concentración patrón de 1,0%. La mayor eficiencia se dio en el ensayo a una velocidad de 200 RPM, llegando a remover a 85,1 % en la jarra 1 con una dosis de 1 mL, respecto a sus valores iniciales presentado dicha agua, seguido por velocidad de 300 RPM también redujo en un 64,0 %, seguido por la velocidad a 100 RPM que redujo en un 45,3 %.

Tratamiento de la turbidez con una concentración 1,5%.

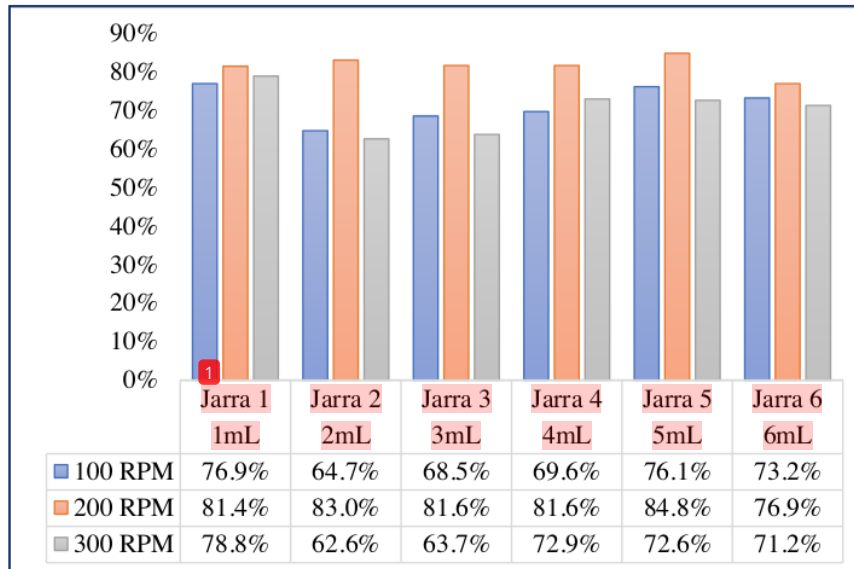


Figura 14. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto a la turbidez (UNT) a una concentración de 1,5%.

Interpretación:

La figura muestra la eficiencia en el parámetro de la turbidez los ensayos realizados a diferentes velocidades, aplicado una concentración patrón de 1,5%. La mayor eficiencia se dio en el ensayo a una velocidad de 200 RPM, llegando a remover a 83,0% en la jarra 5 con una dosis de 5 mL, respecto a sus valores iniciales presentado dicha agua, a la velocidad de 300 RPM también redujo en un 78,8 %, seguido por la velocidad a 100 RPM que redujo en un 76,9%.

Tratamiento del color a una concentración de 1,5%.

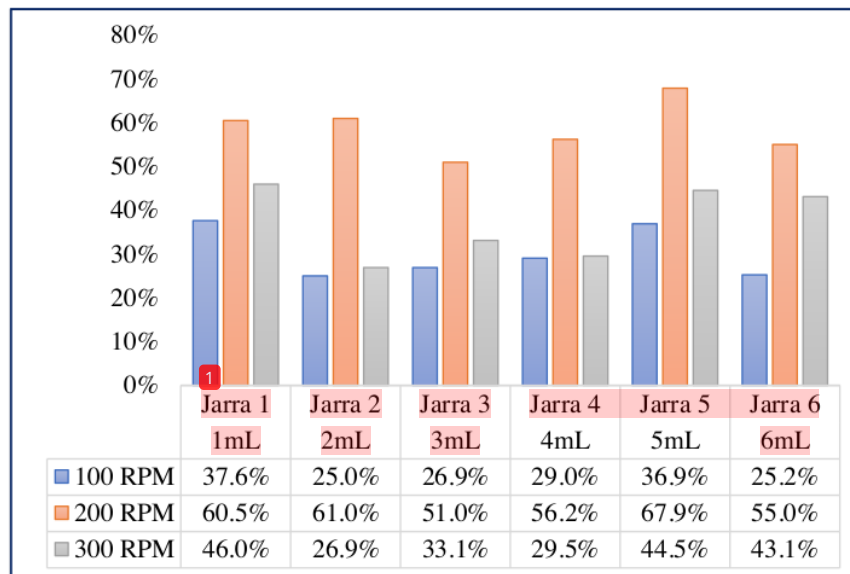


Figura 15. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto al color (UPC) a una concentración de 1,5%.

Interpretación:

La figura muestra la eficiencia en el parámetro del color en los ensayos realizados a diferentes velocidades, aplicado una concentración patrón de 1,5%. La mayor eficiencia se dio en el ensayo a una velocidad de 200 RPM, llegando a remover a 67,9 % en la jarra 5 con una dosis de 5 mL, respecto a sus valores iniciales presentado dicha agua, seguido por velocidad de 300 RPM también redujo en un 46,0 %, seguido por la velocidad a 100 RPM que redujo en un 37,6 %.

Tratamiento de la turbidez a una concentración 2,0%.

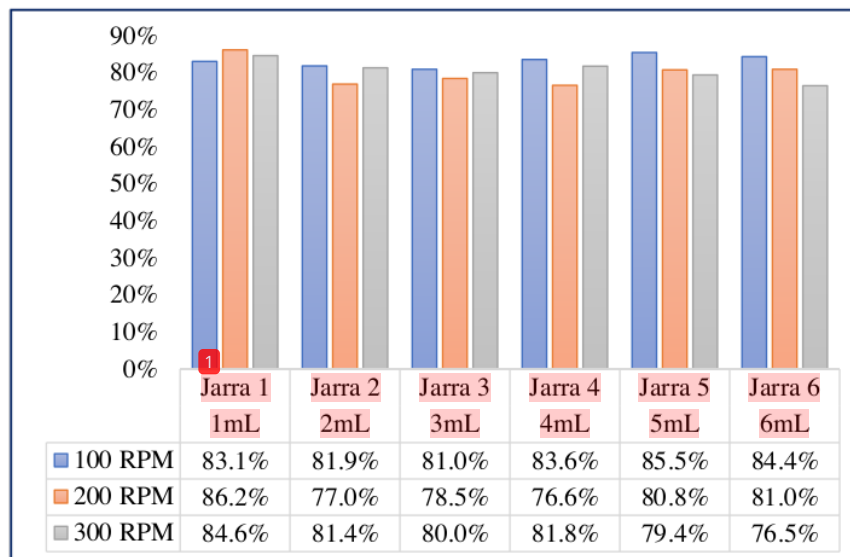


Figura 16. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto a la turbidez (UNT) a una concentración de 2,0 %.

Interpretación:

La figura muestra la eficiencia en el parámetro de la turbidez los ensayos realizados a diferentes velocidades, aplicado una concentración patrón de 2,0 %. La mayor eficiencia se dio en el ensayo a una velocidad de 200 RPM, llegando a remover a 86,2 % en la jarra 1 con una dosis de 1 mL, respecto a sus valores iniciales presentado dicha agua, a la velocidad de 300 RPM también redujo en un 84,6 %, seguido por la velocidad a 100 RPM que redujo en un 85,5 %.

Tratamiento del color a una concentración de 2,0%.

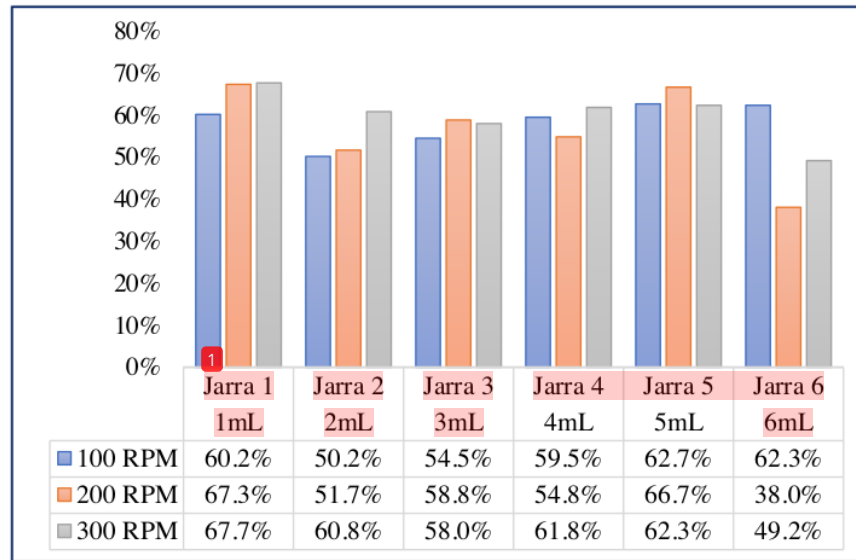


Figura 17. Eficiencia en los ensayos realizados, con respecto al color (UPC) a una concentración de 2,0%.

Interpretación:

La figura muestra la eficiencia en el parámetro del color en los ensayos realizados a diferentes velocidades, aplicado una concentración patrón de 2,0%. La mayor eficiencia se dio en el ensayo a una velocidad de 300 RPM, llegando a remover a 67,7% en la jarra 1 con una dosis de 1mL, respecto a sus valores iniciales presentado dicha agua, seguido por velocidad de 200 RPM también redujo en un 67,3 %, seguido por la velocidad a 100 RPM que redujo en un 62,7 %.

3.1.4. Dosis óptima del biocoagulante de *Moringa oleífera*.

La dosis óptima del biocoagulante se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$Dosis\ óptima\ \left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{V.\ jeringa(mL) * C.\ Sol.\ \left(\frac{mg}{L}\right)}{V.\ jarra\ (mL)}$$

$$Dosis\ óptima\ \left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{1(mL) * 10\ 000\ \left(\frac{mg}{L}\right)}{1\ 000\ (mL)}$$

$$Dosis\ óptima\ \left(\frac{mg}{L}\right) = 10\ mg/L$$

La dosis óptima de biocoagulante a base de *Moringa oleífera*, se obtuvo a una concentración de 1,0% a una dosis aplicada de 10 mg/L, a la velocidad de 200 RPM (mezcla rápida - coagulación) en tiempo de 1,50 minutos, seguido por la velocidad de 50 RPM (mezcla lenta - floculación), en un tiempo de 10 minutos, y posterior sedimentación en tiempo de 15 minutos.

Contrastación de la hipótesis

H₁: EL proceso de coagulación - floculación removerá significativamente los sólidos coloidales, utilizando biocoagulante a base de *Moringa oleífera*.

H₀: EL proceso de coagulación - floculación no removerá significativamente los sólidos coloidales, utilizando biocoagulante a base de *Moringa oleífera*.

Tabla 17

Resultados de la turbidez

Tratamiento	Velocidad	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
T - 0,5 %	100 RPM	2,7	28,3	34,3	33,0	30,4	27,9
	200 RPM	15,2	15,5	16,8	16,4	14,5	14,1
	300 RPM	15,7	22,3	24,3	24,2	26,0	30,0
T - 1,0 %	100 RPM	32,2	26,4	30,9	30,1	30,2	27,8
	200 RPM	4,9	7,5	17,6	14,2	16,3	26,3
	300 RPM	16,0	20,3	23,5	23,8	23,0	22,4
T - 1,5%	100 RPM	26,1	39,9	35,6	34,3	27,0	30,0
	200 RPM	21,0	19,2	20,8	20,8	17,2	26,1
	300 RPM	23,9	42,3	41,0	30,6	31,0	32,5
T - 2,0%	100 RPM	27,9	29,9	31,4	27,1	24,0	25,8
	200 RPM	25,8	38,0	35,5	38,5	31,7	31,4
	300 RPM	25,3	30,8	32,9	30,0	33,9	38,7

Tabla 18
Resumen de análisis de la turbidez

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Tratamiento - 0,5%	18	417,6	23,2	48,92823529
Tratamiento - 1,0%	18	393,4	21,8555556	61,65320261
Tratamiento - 1,5%	18	519,3	28,85	59,49088235
Tratamiento - 2,0%	18	558,6	31,0333333	21,19058824

Tabla 19
Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	1048,5537 5	3	349,517917	7,30968 5279	0,000	2,7395023 02
Dentro de los grupos	3251,4694 44	68	47,8157271			
Total	4300,0231 94	71				

Interpretación:

Para el parámetro de la turbidez se consideraron las mismas características de dosis aplicados en tratamiento y una misma variable, donde la tabla muestra una probabilidad existente respecto a los resultados 0,000 para las diferentes concentraciones aplicadas; cabe mencionar que todas las concentraciones reducen sus valores iniciales. De lo cual también se deduce que el F (7,30968) es mayor que el Valor crítico para F (2,7395023); por lo tanto, se acepta la H_1 y se rechaza H_0 .

Concluyendo que el tratamiento a base de semilla de *Moringa oleífera* en todos los tratamientos en la turbidez si reduce valores considerables.

Tabla 20*Resultados del color*

Tratamiento	Velocidad	Jarra 1	Jarra 2	Jarra 3	Jarra 4	Jarra 5	Jarra 6
T – 0,5 %	100 RPM	158,0	162,0	174,0	177,3	192,7	157,3
	200 RPM	94,7	100,7	108,7	104,0	97,3	93,3
	300 RPM	110,0	110,7	128,0	168,7	126,0	145,3
T – 1,0 %	100 RPM	205,0	210,0	239,0	218,0	233,0	245,0
	200 RPM	56,0	86,0	151,0	182,0	192,0	187,0
	300 RPM	135,0	152,0	173,0	178,0	157,0	175,0
T – 1,5%	100 RPM	199,6	240,0	233,9	227,0	201,9	239,0
	200 RPM	126,5	125,0	157,0	140,2	102,9	144,0
	300 RPM	173,0	233,9	214,1	225,5	177,5	182,1
T – 2,0%	100 RPM	163,3	204,3	186,6	166,1	153,1	154,4
	200 RPM	133,9	198,2	168,8	185,2	136,7	254,0
	300 RPM	132,6	160,6	172,2	156,5	154,4	208,4

Tabla 21*Resumen de análisis del color*

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
Tratamiento – 0,5%	18	2408,7	133,816667	1092,37559
Tratamiento – 1,0%	18	3174	176,333333	2465,17647
Tratamiento – 1,5%	18	3343,1	185,727778	1994,53389
Tratamiento – 2,0%	18	3089,3	171,627778	934,198595

Tabla 22*Análisis de varianza del color*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	28085,9326	3	9361,97755	5,77339923	0,000	2,7395023
Dentro de los grupos	110266,837	68	1621,57114			
Total	138352,77	71				

Interpretación:

Para el parámetro del color se consideran las mismas características de dosis aplicados en tratamiento y una misma variable, donde la tabla muestra una probabilidad existente respecto a los resultados 0,000 para las diferentes

concentraciones aplicadas; cabe mencionar que todas las concentraciones reducen sus valores iniciales. De lo cual también se deduce que el F (5,77339923) es mayor que el Valor crítico para F (2,73935023); por lo tanto, se acepta la H1 y se rechaza H0.

Concluyendo que el tratamiento a base de semilla de *Moringa oleífera* en todos los tratamientos de color si reduce valores considerables.

3.2. Discusión

Los valores obtenidos de la presente investigación demuestran de forma descriptiva, el grado de eficiencia del biocoagulante de *Moringa oleífera* en los tratamientos dado a diferentes velocidades (100RPM, 200RPM, 300RPM) y concentraciones aplicadas (0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, 2,5%), utilizando muestras de agua de pozo del sector Juan Antonio. Las proteínas que contiene en su composición química de las semillas, son causantes de la desestabilización de las partículas coloidales en el agua, los polielectrólito catiónicos que lo conforman sus cargas, desestabilizan las cargas de los coloides de las aguas, para luego aglomerarlas y su posterior precipitación.

Los valores obtenidos en los tratamientos demuestran la eficiencia en el parámetro de la turbidez es de 96,3% y para el color fue de 85,1%, respecto a sus valores iniciales; a una solución patrón de 1,0% del biocoagulante a base de *Moringa oleífera*. Demuestra eficiencia en la remoción de las partículas coloidales, pero respecto al parámetro del color sus valores finales están por encima de los estándares de calidad ambiental, ya que las aguas del pozo se usan para consumo humano.

Los resultados obtenidos son comparables con la de otras investigaciones, por ejemplo, Acebedo en el año 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” lo cual trabajo en los parámetros de turbidez y color, en las tres muestras de diferentes de agua, lo más relevante fue en la quebrada Floridablanca ,llegando a una remoción 97,6% con una dosis de 170 mg de coagulante natural, resultado similares se obtuvo en nuestra investigación con respecto dicho parámetro llegando a remover en agua de pozo en un 96,3%, cabe mencionar que el tiempo de sedimentación que aplicaron fue de 30 minutos, y en nuestro

estudio aplicamos 15 minutos, pero los resultados son casi similares, ya que se evaluaron las mismas variables demostrando que el biocoagulante de *Moringa oleifera* logro remover valores de turbidez en agua del pozo del sector Juan Antonio.

Otra investigación muy importante cabe mencionar fue de Carrizales et al., en el año 2019, titulada “Determinación de la dosis y concentración óptima del coagulante de *Moringa oleifera* en la clarificación del agua de la quebrada taczanapampa de la ciudad de Huancavelica” en su tratamiento aplico una velocidad rápida de 300 RPM (5s) y floculación a 40 RPM en un tiempo de 20 minutos, sedimentación 15 minutos, los resultados para turbidez mayores a 50 UNT, una dosis óptima de 30 a 100 mg/L, y para turbidez de menor de 50 UNT, una dosis de 10 a 50 mg/L, a una concentración de 2% y 3%, en nuestra investigación usando agua de un pozo, los resultados obtenidos con respecto a la variable de la turbidez, la dosis óptima fue de 10 mg/L, con una concentración de 1%, los resultados son casi similares en cuanto a remoción pero difieren con respecto a la concentraciones aplicadas, uno de los factores de pueden ser las características físicas de las aguas a tratar, dependiendo de los contaminantes que contienen.

Tumbaco y Acebo, en el año 2018, en su investigación titulada “Eficiencia de biocoagulante a base de semilla de *Moringa oleifera* para aplicación de tratamiento de agua usando como fuente de captación el río guayas” en donde se demostró la eficiencia del biocoagulante en la remoción de la turbidez y color con valores iniciales de 1820.0 NTU y 550 Pt/Co, con porcentajes de 97,31% hasta el 100%, aplicando *Moringa oleifera* con NaCl al 1M, la dosis óptima que fue de 0,5 ml/L. En los tratamientos de nuestra investigación los mejores resultados se dieron a una velocidad de 200 RPM y a una dosis 1ml/L, llegando a resultados similares para el tratamiento de turbidez de 93,9%, pero el cuanto el color si fue solo en 85,1%, la diferencia en cuanto a los resultados puede ser que las unidades elevados de turbidez y de color, ya que según investigaciones por otros autores demuestra que a aguas sucias mayor eficiencia, sin dejar de lado el tipo de aguas que se trataron fueron diferentes y por ende las características.

Otra investigación útil de mencionar Urquía en el año 2017, titulada “Eficiencia de la *Opuntia Ficus-Indica* frente a la *Moringa Oleifera*, en el tratamiento de aguas del Río Huaycoloro, SJL-2017” en la cual comparo dos coagulantes: las semillas de *Moringa oleifera*, y *Opuntia ficus indica*, los cual el coagulante de semillas *Moringa* tuvo una eficiencia con respecto a la turbidez con valores iniciales 560,0 NTU redujo a 6,21 NTU con una dosis aplicada de 0,5% gr/L; en nuestra investigación también se obtuvo

resultados similares donde la muestra de agua de pozo tuvo valores iniciales de 133,0 UNT y redujo a 4,9 UNT, cumpliendo con los límites permisibles para consumo humano. La dosis de coagulante de 10 mg/L aplicadas remueve las unidades de turbidez iniciales.

CONCLUSIONES

Los valores iniciales obtenidos del agua del pozo del sector Juan Antonio, se caracterizó las propiedades físicas antes del proceso de coagulación – floculación del biocoagulante a base de semilla *Moringa oleifera*, demuestran que dicha agua no es apta para consumir directamente debido a elevados valores en sus parámetros físicos ya que se encuentra por encima de los estándares de calidad ambiental. Turbidez inicial fue de 117,3 UNT, el color fue de 357,2 y el pH se encontró en 7,4.

Luego de la aplicación del biocoagulante de *Moringa oleifera*, se logró remover las partículas coloidales en cuanto unidades al parámetro de turbidez en de 133,0 UNT a 4,9 UNT, y para el color 350,0 UPC a 56,0 UPC, lo que demuestro una eficiencia en 96,2% de turbidez, y el color en 85,1%, todo eso partiendo de sus valores iniciales.

La concentración con resultados más relevantes se dio al 1,0% de biocoagulante, ya que cumplió con los límites máximos establecidos para el parámetro de la turbidez, pero para el color los valores finales obtenidos aún estaban por encima de los límites para consumos humano.

De los ensayos realizados (100 RPM, 200 RPM, 300 RPM), se encontró las velocidades de mezcla rápida y mezcla lenta óptimos en desarrollo de tratamiento, lo cual corresponde la velocidad que mejor resultado nos dio fue a 200 RPM de velocidad rápida (coagulación) en tiempo de 1,30 m, y velocidad lenta (floculación) en tiempo de 10 m, y en sedimentación de 15 minutos.

Se ha demostrado que turbidez alta funciona mejor el biocoagulante, ya que a turbidez bajas la eficiencia disminuye. La dosis óptima que nos resultó en nuestro tratamiento fue de 10 mg/L, ya que redujo cumpliendo los valores establecidos en los estándares de calidad ambiental para el parámetro de turbidez, en cuanto del color no se redujo por debajo de los rangos establecidos.

RECOMENDACIONES

A los ¹estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, en futuros proyectos de investigación, evaluar el biocoagulante de *Moringa oleífera* en otros parámetros; ya sea físico, químico y/o biológicos, porque se demostró eficiencia para reducción de parámetros físicos en aguas.

Para investigaciones similares agregar en proporciones razonables el biocoagulante a base de *Moringa oleífera*, porque ¹un aumento excesivo de esta sustancia puede cambiar y variar las concentraciones de los parámetros, haciendo que se desvíen de los valores exigidos por la norma vigente .

Estimar tiempos de sedimentación en futuras investigaciones, que utilicen más tiempos de sedimentación para ²⁵eliminar tanto pequeñas partículas suspendidas no deseadas como arena, limo y arcilla, ²⁵del agua bajo la influencia de la gravedad. Cuanto más tiempo se mantenga el agua sin movimiento, más se depositarán los sólidos suspendidos en el fondo de vaso precipitado realizadas en la prueba de jarras.

Para futuros proyectos rurales en tratamiento de agua, usar el biocoagulante a una concentración 1.0%, ya que ha dado buenos resultados en esta investigación, ya que puede ser beneficioso con respecto a costo de ²aplicación de coagulante en el tratamiento de agua ³de un pozo, respecto a los coagulantes metálicos usados comúnmente. Adicionalmente, se ³podría recomendar el uso del biocoagulante de *Moringa oleífera* en el tratamiento de aguas residuales, industriales, textiles, cartoneras, camales, etc.

Para las siguientes investigaciones a realizar mejoras del biocoagulante con sales como NaCl, para que el tratamiento dado quizás llegue a alcanzar valores finales en el parámetro ¹del color por debajo de los estándares de calidad ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, E. (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 Florida blanca, Santander*. Bucaramanga - Colombia: Tesis de investigación como requisito parcial para optar el título de microbiólogo industrial.
- Acosta, Y. (2006). Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación- floculación. En *revista@icidca.edu.cu* (Vol. XL). Habana, Cuba: Instituto Cubano de investigaciones. Obtenido de Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120664002>
- Agua.org.mx. (20 de Abril de 2017). *Neutralización*. (Fondo para la comunicación y la educación ambiental. A.C.) Recuperado el 08 de Mayo de 2020, de agua.org.mx: Disponible en: <https://agua.org.mx/glosario/neutralizacion/>
- Aguilar, M. I., Sáez, J., Lloréns, M. G., Soler, A., & Ortuño, J. F. (2002). Tratamiento físico-químico de aguas residuales. En *Tratamiento físico-químico de aguas residuales* (1ª Edición ed.). Murcia: Universidad de Murcia. Obtenido de Disponible en: https://books.google.com.pe/books?id=8vlQBXPvhAUC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Aldana, E. (2012). *Uso del extracto de la semilla de Moringa oleífera como coagulante natural primario y ayudante de coagulación en el tratamiento de agua para consumo humano*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Andía, Y. (Abril de 2000). *Tratamiento de agua : Coagulación y floculación*. Recuperado el 19 de octubre de 2019, de web Sedapal: Disponible en: http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154
- Arboleda, J. (2000). *Teoría y practica de la purificación del agua*. Recuperado el 04 de diciembre de 2019, de cidta.usal.es.
- Banchón, C., Baquerizo, R., Muñoz, D., & Zambrano, L. (13 de Diciembre de 2016). *Coagulación natural para la descontaminación de efluentes industriales*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2019, de scielo.senescyt.gob.ec: Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/enfoqueute/v7n4/1390-6542-enfoqueute-7-04-00111.pdf>

- Barajas, C., & León, A. (2015). *Determinación de la dosis óptima de sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$) en el proceso de coagulación - floculación para el tratamiento de agua potable por el medio del uso de una red neuronal artificial*. Bogotá: Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2916/Barajasclaudia2015.pdf>
- Barrenechea, A. (2004). *Coagulación*. Recuperado el 02 de Enero de 2020, de <http://www.ingenieroambiental.com/>: Disponible en: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/cuatro.pdf>
- Campos, J., Colina, G., Fernandez, N., Torres, G., & Ojeda, G. (2003). *Caracterización del agente coagulante activo de las semillas de Moringa oleífera mediante HPLC*. (ResearchGate) Recuperado el 15 de Junio de 2020, de Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/284704944_Caracterizacion_del_agente_coagulante_activo_en_las_semillas_de_M_oleifera_mediante_HPLC
- Carrizales, R., & Enríquez, N. (2019). *Determinación de la dosis y concentración óptimo del coagulante de Moringa oleífera*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica.
- Casero, D. (2008). Módulo IV: Abastecimientos y saneamientos urbanos. En *Potabilización del agua* (pág. 144). Madrid: Escuela de organización industrial EOI.
- CEPIS. (2004). Criterios para la selección de los procesos y de los parámetros óptimos de las unidades. En L. VARGAS, *Tratamiento de agua para consumo humano "Planta de filtración rápida"*. Lima: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Chuquimbalqui, D. (2019). *Coagulación con almidón de maíz amiláceo, para la remoción de hierro, turbidez y color en acuífero confinado de Yantalo*. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín.
- Cortés, E. (2002). *Sistema de control automático para una planta de tratamiento de agua potable*. Universidad Nacional de Ingeniería.
- Damodaran, S., & Parkin, K. (2019). Química de los alimentos. En *Aminoácidos, peptidos y proteínas* (pág. 386). Madison, Wisconsin: University of Wisconsin.
- Folkard, G., & Sutherland, J. (1996). Moringa oleífera un árbol con enormes potencialidades. *Agroforestia en las Americas*, 8, 5-8. Obtenido de Disponible en: <https://livinoe.com/wp-content/uploads/2020/08/a-x6324s.pdf>

- García, F. (2016). *Influencia del tratamiento convencional en la calidad del agua para consumo humano en la ciudad de Moyobamba - San Martín*. San Martín. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2822/ING.%20SANITARIA%20-%20Fernando%20Garcia%20Saavedra.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- García, M. (Agosto de 2003). Producción de semillas forestales de especies forrajeras enfatizados en sistema silvopastoriles. *INAFOR*, 28. Obtenido de Disponible en: https://www.academia.edu/21154492/PRODUCCION_DE_SEMILLAS_FORESTALES_DE_ESPECIES_FORRAJERAS_ENFATIZADOS_EN_SISTEMAS_SILVOPASTORILES_POR_MARIO_GARCIA_ROA
- Gassenschmidt, U., Klaus, J., Tausher, B. T., & Neibergall, H. (1995). Isolation and characterization of a flocculating protein from *Moringa oleífera* Lam. En U. d. Karlsruhe, *Biochimica et Biophysica* (págs. 477 - 4821).
- Gold, K., León, P., & Way, M. (2004). *Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para la conservación a largo plazo y restauración ecológica*. Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Gómez, K. (2013). *Evaluación de rendimiento de extracción y caracterización fitoquímica de la fracción extraíble de semilla de moringa (Moringa oleífera Lam.), a nivel laboratorio*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Guzmán, L., Villabona, Á., Tejada, C., & García, R. (24 de Enero de 2013). "Reducción de la turbidez del agua usando coagulante naturales: una revisión". *Rev. UDCA Actualidad Divulgación Científica*, 16(1), 253-262. Obtenido de Disponible en: <https://revistas.udca.edu.co/index.php/ruadc/article/view/881/1035>
- Hernández, H. (2001). *Agua y saneamiento: Opciones prácticas para vivir mejor*. Obtenido de [Bvsp.paho.org/](http://bvsp.paho.org/): Disponible en: <http://bvsp.paho.org/share/ETRAS/AyS/texcom/desastres/040244.pdf>
- Laván, F. (11 de Setiembre de 2018). Servicio de agua potable en la ciudad de Moyobamba se agrava. www.diariovoce.com.pe. Recuperado el 05 de Febrero de 2020, de Disponible en: <https://www.diariovoce.com.pe/114883/servicio-agua-potable-ciudad-moyobamba-agrava>
- Maldonado, A. (2018). *Aplicación del clarificante de origen natural (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano quebrada Juninguillo – La Mina, Moyobamba - San Martín*. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín.

- Martinez, F. (09 de Julio de 2020). *Arbusto de Moringa (Moringa oleífera), Como Alimento Para Bovinos*. Obtenido de Infopastoyforrajes.com: Disponible en:<https://infopastoyforrajes.com/leguminosa-arbustiva/arbusto-de-moringa-moringa-oleifera-como-alimento-para-bovinos/>
- Moreno, G. (2018). *Aplicación de semilla de Moringa oleífera Lam, como alternativa coagulante de agua almacenada en el municipio de Zirándaro, Gro.* México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- OS.020, N. (2010). Plantas de tratamiento de agua para consumo humano. Lima - Perú: S1. Recuperado el 11 de abril de 2019, de Diario oficial EL Peruano: Disponible en: https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/OS.090.pdf
- Ramirez, F. (28 de septiembre de 2020). *El agua potable*. Recuperado el 02 de octubre de 2020
- Ramírez, H., & Jaramillo, J. (Junio de 2015). Agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua. *Rev. Fac. Ciencias básicas*, 11(2), 136. doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rfcb.1303>
- Romero, J. A. (2009). *Calidad del agua*. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Ruiz, R. (1998). Análisis de aguas parámetros físicos. En *Hidroquímica* (pág. 67). Cartagena: Departamento de química. Obtenido de Disponible en:<https://es.ok.lat/book/1173844/cc4208>
- Sánchez, M., Carrasco, F., & Gómez, I. (2010). Control de la contaminación química y biológica de aguas residuales urbanas. En *Nuevos materiales y tecnologías para el tratamiento del agua* (2 ed., pág. 26). Sevilla: Monasterio de Santa María de las Cuevas.
- Santos, J. (2009). *Proteínas estructura fascinante*. Buenos aires: Ministerio de educación de la nación. Obtenido de Disponible en: <https://booksmedicos.org/las-proteinas-estructuras-fascinantes/>
- Tumbaco, D., & Acebo, K. (2018). *Eficiencia de biocoagulante a base de Moringa oleífera para aplicación de tratamiento de agua usando como fuente de captación el río Guayas*. Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Urquía, K. (2017). *Eficiencia de la Opuntia Ficus-Indica frente a la Moringa oleífera, en el tratamiento de aguas del Río Huaycoloro, SJL*. Lima: Universidad César Vallejo.

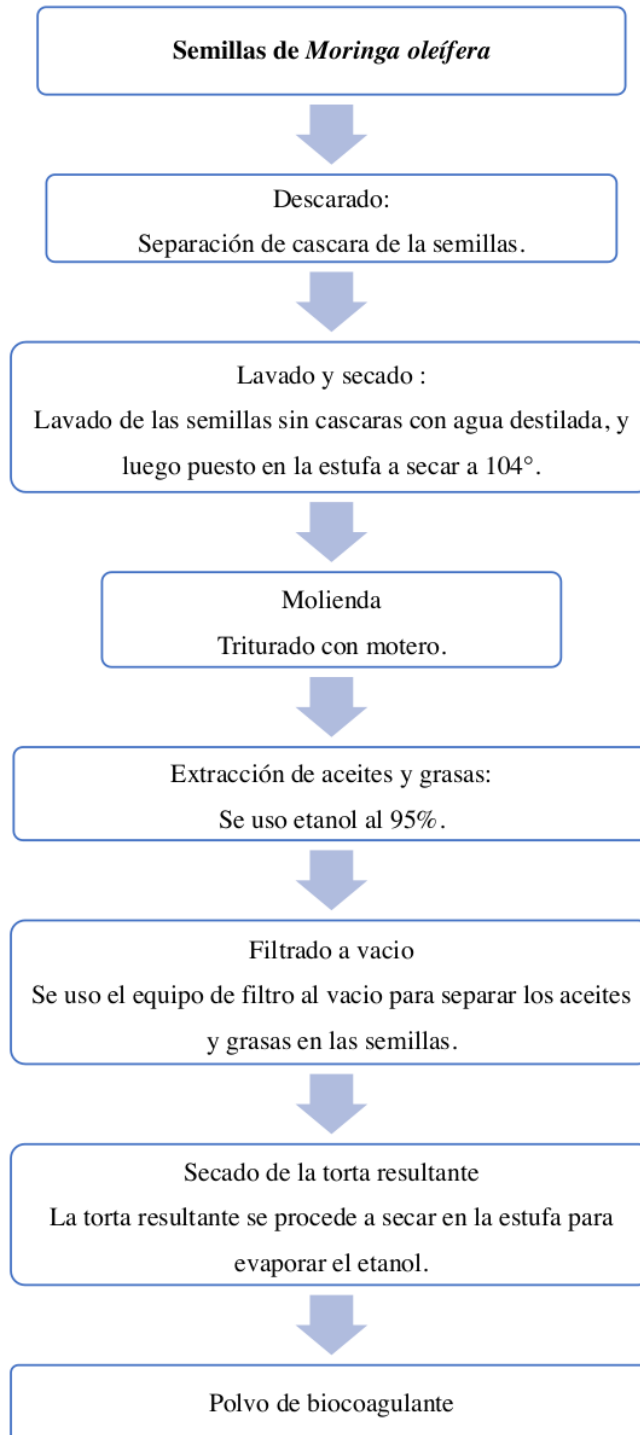
ANEXOS

Anexo 1. Ubicación de la investigación y punto del muestreo.



Anexo 2. Estándares de calidad ambiental.

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable				
Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala PtCo	15	100 (a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitritos (NO ₂) (c)	mg/L	50	50	50
Nitros (NO ₃) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Anexo 3. Proceso de obtención del polvo del biocoagulante

Anexo 4. Precipitaciones pluviales de los meses febrero y marzo**FEBRERO**

Estación : MOYOBAMBA

Departamento : SAN MARTIN

Provincia : MOYOBAMBA

Distrito : MOYOBAMBA

Latitud : 6°2'41.3"

Longitud : 76°58'5.6"

Altitud : 879 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

106014

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/02/2022	28.2	20	76.6	0
02/02/2022	30.6	18.6	71.5	0
03/02/2022	27.2	17.8	81.1	3.7
04/02/2022	27.4	19.4	83.8	0.3
05/02/2022	31	18.4	82.4	1.6
06/02/2022	27	20.4	86.1	1.3
07/02/2022	25.4	19.4	91.7	12.5
08/02/2022	27.2	19.6	85.2	0
09/02/2022	29	19.6	82.9	6.7
10/02/2022	28.8	20.2	81.4	1.6
11/02/2022	30.4	19.2	73.6	0
12/02/2022	30.4	20	77	0
13/02/2022	29	20.6	83.5	0.6
14/02/2022	30.4	19	79	0.3
15/02/2022	28.8	19.6	85.9	2.5
16/02/2022	22.6	20.4	94.8	1.9
17/02/2022	28.8	18.4	78.9	0
18/02/2022	30.2	19.6	76.8	0
19/02/2022	29.6	20	78	0
20/02/2022	29.6	21	72.3	0
21/02/2022	26.4	21.6	90	2.8
22/02/2022	24	20.2	95.9	15.5
23/02/2022	25.4	19	89.6	0
24/02/2022	27	19.6	86	0.9
25/02/2022	26.8	20	91	5.2
26/02/2022	24.8	19.8	96.5	8.4
27/02/2022	29.4	18.8	80.2	0.4
28/02/2022	28.2	18.8	91.6	18.6

MARZO

Estación : MOYOBAMBA

Departamento : SAN MARTIN

Provincia : MOYOBAMBA

Distrito : MOYOBAMBA

Latitud : 6°2'41.3"

Longitud : 76°58'5.6"

Altitud : 879 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

106014

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/03/2022	28	20.6	94.6	7
02/03/2022	27.4	20	86.6	9.8
03/03/2022	28.8	19.8	89.9	4.7
04/03/2022	30.2	19.4	78.5	0
05/03/2022	30.2	19	79.4	0
06/03/2022	24	19.4	90.3	1.8
07/03/2022	28	19.8	78	0.8
08/03/2022	29.4	20.6	80.8	4.9
09/03/2022	26.4	20.8	84.9	4.6
10/03/2022	28.4	20.8	86.5	1
11/03/2022	27	20.4	91.9	0
12/03/2022	27.4	21	88.8	5.4
13/03/2022	29.8	19.6	81.9	19.4
14/03/2022	25.2	19.4	S/D	2.8
15/03/2022	30	18	82	1.2
16/03/2022	27.2	17.6	84.2	2.6
17/03/2022	29.4	19.8	85.6	0.3
18/03/2022	29	20.2	76.6	0
19/03/2022	29.2	20.2	88.3	0.4
20/03/2022	28.2	18.6	86.9	28
21/03/2022	24.2	20	97.2	40.7
22/03/2022	26	19.6	95	6.5
23/03/2022	29.6	20.4	82.7	6.9
24/03/2022	27	20.6	84.9	0
25/03/2022	28.8	18.6	80.1	0
26/03/2022	25.2	19	89.8	6.2
27/03/2022	28.2	17.6	82.1	5.2
28/03/2022	25	19.8	93.1	1.6
29/03/2022	28	18.6	82.3	0
30/03/2022	29	19.6	80.3	0
31/03/2022	30.2	19.6	77.7	0

Anexo 5. Resultados de los análisis de las muestras.**RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DEL POZO**

SOLICITANTE : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
PUNTO DE MUESTREO : Pozo Juan Antonio
NÚMERO DE MUESTREO : 01
LUGAR : Sector Juan Antonio
LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería de Sanitaria
MUESTREADOR : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
FECHA TOMA DE MUESTRA : 07 de febrero de 2022

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
01	Turbidez	UNT	76.7
02	Color	UPC	350.0
03	pH	pH	6.7

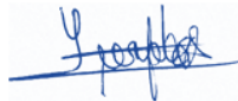


Asesor: Dr. Yrwin Azabache Liza

RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DEL POZO

SOLICITANTE : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
PUNTO DE MUESTREO : Pozo Juan Antonio
NÚMERO DE MUESTREO : 02
LUGAR : Sector Juan Antonio
LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería de Sanitaria
MUESTREADOR : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
FECHA TOMA DE MUESTRA : 22 de febrero de 2022

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS
01	Turbidez	UNT	133.0
02	Color	UPC	375.0
03	pH	pH	7.5

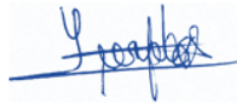


Asesor: Dr. Yrwin Azabache Liza

RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DEL POZO

SOLICITANTE : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
PUNTO DE MUESTREO : Pozo Juan Antonio
NÚMERO DE MUESTREO : 03
LUGAR : Sector Juan Antonio
LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería de Sanitaria
MUESTREADOR : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
FECHA TOMA DE MUESTRA : 28 de febrero de 2022

ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Turbidez	UNT	113.0
02	Color	UPC	320.0
03	pH	pH	7.4

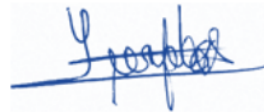


Asesor: Dr. Yrwin Azabache Liza

RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DEL POZO

SOLICITANTE : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
PUNTO DE MUESTREO : Pozo Juan Antonio
NÚMERO DE MUESTREO : 04
LUGAR : Sector Juan Antonio
LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería de Sanitaria
MUESTREADOR : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
FECHA TOMA DE MUESTRA : 02 de marzo de 2022

ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Turbidez	UNT	165.0
02	Color	UPC	410.0
03	pH	pH	7.5

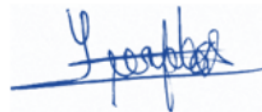


Asesor: Dr. Yrwin Azabache Liza

RESULTADOS DE CARACTERIZACIÓN DEL POZO

SOLICITANTE : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
PUNTO DE MUESTREO : Pozo Juan Antonio
NÚMERO DE MUESTREO : 05
LUGAR : Sector Juan Antonio
LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería de Sanitaria
MUESTREADOR : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
FECHA TOMA DE MUESTRA : 08 de marzo de 2022

ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Turbidez	UNT	98.9
02	Color	UPC	360
03	Ph	Ph	7.8



Asesor: Dr. Yrwin Azabache Liza

RESULTADOS FINALES DE CARACTERIZACIÓN DEL POZO

SOLICITANTE : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
 PUNTO DE MUESTREO : Pozo Juan Antonio
 NÚMERO DE MUESTREO : 01
 LUGAR : Sector Juan Antonio
 LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería de Sanitaria
 MUESTREADOR : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
 FECHA TOMA DE MUESTRA : 07 de febrero de 2022

SOLUCIÓN PATRON AL 0.5% A 100 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	28.7	28.3	34.3	33.0	30.4	27.9
02	Color	UPC	158.0	162	174.0	177.3	192.7	157.3
03	pH	Ph	6.61	6.73	6.75	6.62	6.5	6.75

SOLUCIÓN PATRON AL 5% A 200 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	15.2	15.5	16.8	16.4	14.5	14.1
02	Color	UPC	94.7	100.7	108.7	104	97.3	93.3
03	pH	pH	6.52	6.73	6.62	6.7	6.68	6.7

SOLUCIÓN PATRON AL 5% A 300 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	15.7	22.3	24.3	24.2	26.0	30.0
02	Color	UPC	110.0	110.7	128.0	168.7	126.0	145.3
03	pH	pH	6.69	6.66	6.62	6.71	6.7	6.3



Asesor: Dr. Yrwin Azabache Liza

RESULTADOS FINALES DE CARACTERIZACIÓN DEL POZO

SOLICITANTE : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
 PUNTO DE MUESTREO : Pozo Juan Antonio
 NÚMERO DE MUESTREO : 02
 LUGAR : Sector Juan Antonio
 LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería de Sanitaria
 MUESTREADOR : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
 FECHA TOMA DE MUESTRA : 22 de febrero de 2022

SOLUCIÓN PATRON AL 1% A 100 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	32.2	26.4	30.9	30.1	30.2	27.8
02	Color	UPC	205.0	210	239.0	218.0	233.0	245.0
03	pH	pH	7.57	7.12	7.33	7.26	7.02	7.29

SOLUCIÓN PATRON AL 1% A 200 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	4.9	7.5	17.6	14.2	16.3	26.3
02	Color	UPC	56	86	151.0	182.0	192.0	187.0
03	pH	pH	7.35	7.38	7.45	7.37	7.33	7.39

SOLUCIÓN PATRON AL 1% A 300 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	16.0	20.3	23.5	23.8	23.0	22.4
02	Color	UPC	135.0	152.0	173.0	178.0	157.0	175.0
03	pH	pH	7.30	7.38	7.46	7.45	7.21	7.46



Asesor: Dr. Yrwin Azabache Liza

RESULTADOS FINALES DE CARACTERIZACIÓN DEL POZO

SOLICITANTE : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
 PUNTO DE MUESTREO : Pozo Juan Antonio
 NÚMERO DE MUESTREO : 03
 LUGAR : Sector Juan Antonio
 LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería de Sanitaria
 MUESTREADOR : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
 FECHA TOMA DE MUESTRA : 28 de febrero de 2022

SOLUCIÓN PATRON AL 1.5% A 100 RPM


ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	26.1	39.9	35.6	34.3	27.0	30.0
02	Color	UPC	199.6	240.0	233.9	227.0	201.9	239.0
03	pH	pH	7.10	7.18	7.20	6.99	7.14	7.12

SOLUCIÓN PATRON AL 1.5% A 200 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	21.0	19.2	20.8	20.8	17.2	26.1
02	Color	UPC	126.5	125.0	157.0	140.2	102.9	144.0
03	pH	pH	6.98	7.15	7.23	7.09	6.93	6.98

SOLUCIÓN PATRON AL 1.5% A 300 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	23.9	42.3	41.0	30.6	31.0	32.5
02	Color	UPC	173.0	233.9	214.1	225.5	177.5	182.1
03	pH	pH	7.05	7.13	7.17	7.24	7.03	7.22



Asesor: Dr. Yrwin Azabache Liza

RESULTADOS FINALES DE CARACTERIZACIÓN DEL POZO

SOLICITANTE : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
 PUNTO DE MUESTREO : Pozo Juan Antonio
 NÚMERO DE MUESTREO : 04
 LUGAR : Sector Juan Antonio
 LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería de Sanitaria
 MUESTREADOR : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
 FECHA TOMA DE MUESTRA : 02 de marzo de 2022

SOLUCIÓN PATRON AL 2% A 100 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	27.9	29.9	31.4	27.1	24.0	25.8
02	Color	UPC	163.3	204.3	186.6	166.1	153.1	154.4
03	pH	pH	7.1	7.23	7.35	7.17	7.38	7.47

SOLUCIÓN PATRON AL 2% A 200 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	22.8	38.0	35.5	38.5	31.7	31.4
02	Color	UPC	133.9	198.2	168.8	185.2	136.7	254.0
03	pH	pH	7.33	7.37	7.49	7.31	7.16	7.09

SOLUCIÓN PATRON AL 2% A 300 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	25.3	30.8	32.9	30.0	33.9	38.7
02	Color	UPC	132.6	160.6	172.2	156.5	154.4	208.4
03	pH	pH	7.19	7.33	7.49	7.37	7.15	7.29



Asesor: Dr. Yrwin Azabache Liza

RESULTADOS FINALES DE CARACTERIZACIÓN DEL POZO

SOLICITANTE : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
 PUNTO DE MUESTREO : Pozo Juan Antonio
 NÚMERO DE MUESTREO : 05
 LUGAR : Sector Juan Antonio
 LUGAR DE ANÁLISIS : Laboratorio de Ingeniería de Sanitaria
 MUESTREADOR : PATRICIA MILAGROS CHUMBE ZEGARRA
 FECHA TOMA DE MUESTRA : 08 de marzo de 2022

SOLUCIÓN PATRON AL 2.5% A 100 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	36.6	39.1	46.1	46.3	55.8	55.2
02	Color	UPC	190.9	208.6	225.7	231.7	211.3	233.6
03	pH	pH	7.64	7.83	7.85	7.78	7.64	7.82

SOLUCIÓN PATRON AL 2.5% A 200 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	21.0	19.5	20.5	17.5	16.9	18.5
02	Color	UPC	115.2	126.4	117.8	107.3	101.4	113.2
03	pH	pH	7.67	7.72	7.8	7.65	7.53	7.85

SOLUCIÓN PATRON AL 2.5% A 300 RPM

ÍTEM	PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADOS					
			J1	J2	J3	J4	J5	J6
01	Turbidez	UNT	28.9	31.6	31.5	27.0	25.7	28.1
02	Color	UPC	152.03	167.2	171.8	152	129	140.8
03	pH	pH	7.45	7.79	7.7	7.76	7.55	7.65



Asesor: Dr. Yrwin Azabache Liza

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1. Pozo del sector Juan Antonio.



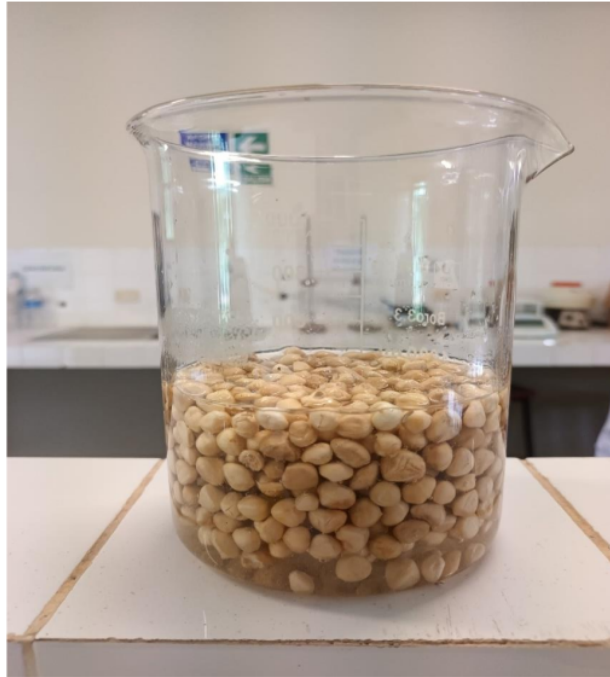
Fotografía 2. Recojo de muestra del pozo del sector Juan Antonio



Fotografía 3. Semillas de Moringa oleífera



Fotografía 4. Semillas de Moringa oleífera separado la pulpa de la cascara



Fotografía 5. Lavado con agua destilada las semillas.



Fotografía 6. Secado de las semillas en la estufa.



Fotografía 7. Triturando las semillas en el mortero.



Fotografía 8. Pesado del polvo de Moringa oleífera



Fotografía 9. Homogenización del coagulante con agua destilada.



Fotografía 10. Aceites y grasas contenidos en el polvo del Moringa.



Fotografía 11. Papel filtro #40.



Fotografía 12. Extracción de aceites y grasas del polvo por filtrado a vacío



Fotografía 13. Secado del polvo después de la extracción de aceites y grasas.



Fotografía 14. Polvo después del volatización en la estufa.



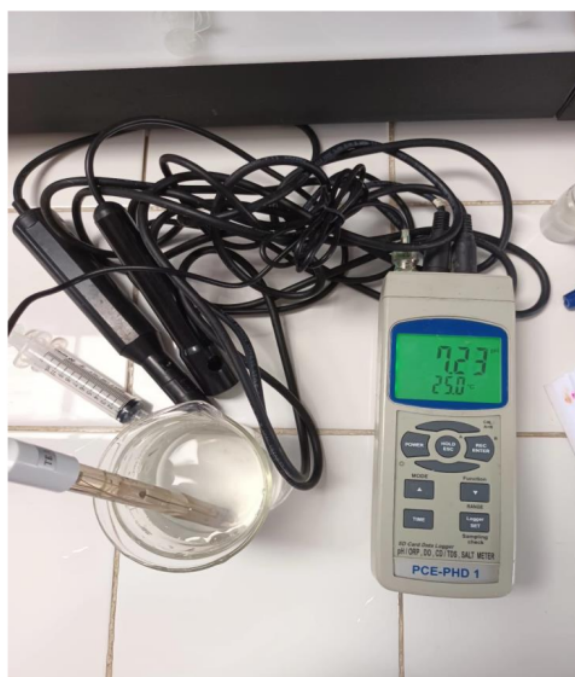
Fotografía 15. Tratamiento mediante prueba de jarras



Fotografía 16. Medición de los niveles de turbidez



Fotografía 17. Medición de los niveles del color



Fotografía 18. Medición de los niveles de pH

Proceso de coagulación – floculación en la remoción de sólidos coloidales utilizando biocoagulante Moringa oleífera, Moyobamba 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
7	www.grupo-epm.com Fuente de Internet	<1%
8	idoc.pub Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.udl.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	facingyconst.blogspot.com Fuente de Internet	<1 %
11	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
15	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
16	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia Trabajo del estudiante	<1 %
17	repositorio.unitec.edu.co Fuente de Internet	<1 %
18	repositorio.udes.edu.co Fuente de Internet	<1 %
19	riull.ull.es Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad Santo Tomas	

Trabajo del estudiante

<1 %

21

Submitted to ECCI

Trabajo del estudiante

<1 %

22

repositorio.unasam.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

myslide.es

Fuente de Internet

<1 %

24

vsip.info

Fuente de Internet

<1 %

25

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1 %

26

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

www.edmaltax.com.ar

Fuente de Internet

<1 %

28

docplayer.es

Fuente de Internet

<1 %

29

Submitted to Escuela Superior Politécnica del Litoral

Trabajo del estudiante

<1 %

30

repositorio.unam.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

31

repository.uamerica.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

32

www.senasa.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

33

Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia

Trabajo del estudiante

<1 %

34

repositorio.espam.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

35

repositorio.unemi.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

36

webquery.ujmd.edu.sv

Fuente de Internet

<1 %

37

Montalvo Santiago Rodrigo. "Remoción de aceite en aguas residuales de refinación del petróleo mediante adición de reactivos químicos y separación por flotación natural o con aire disuelto", TESIUNAM, 2013

Publicación

<1 %

38

cia.uagraria.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

39

cidta.usal.es

Fuente de Internet

<1 %

40

Submitted to Colegio internacional de levante_SEK Levante

Trabajo del estudiante

<1 %

41 Luz Melynca Villanueva, Luz Clarita Quispe, Juan Eduardo Vigo. "Evaluación de la eficacia del tamarindo como ayudante de coagulación de sulfato de aluminio para la remoción de turbidez en aguas para consumo humano", Tecnología y ciencias del agua, 2022
Publicación <1 %

42 www.researchgate.net
Fuente de Internet <1 %

43 repositorio.upeu.edu.pe:8080
Fuente de Internet <1 %

44 siar.regionsanmartin.gob.pe
Fuente de Internet <1 %

45 Submitted to Universidad Nacional de San Martín
Trabajo del estudiante <1 %

46 congresocienciasambientales.org
Fuente de Internet <1 %

47 ri.ues.edu.sv
Fuente de Internet <1 %

48 www.forest-trends.org
Fuente de Internet <1 %

49 cybertesis.uni.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

50 repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

51

dspace.esPOCH.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

52

granitodearena-purezza.blogspot.com

Fuente de Internet

<1 %

53

www.shopalike.se

Fuente de Internet

<1 %

54

bibliotecadigital.udea.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

55

repositorio.untels.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

56

visorsig.oefa.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

57

www.cac.es

Fuente de Internet

<1 %

58

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

59

repositorio.unac.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

60

sired.udenar.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

61

Aguilar Sánchez Viridiana. "Regeneración del defecto periodontal in vivo, inducido a través

<1 %

de un péptido derivado de la proteína de
adhesión del cemento radicular (CaPp-15)",
TESIUNAM, 2021

Publicación

62

lareferencia.info

Fuente de Internet

<1 %

63

repositorio.uladech.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

64

www.dspace.espol.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo