



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Coagulante-floculante de nopal y moringa oleífera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo (orcid.org/0000-0002-9709-4351)

Villanueva Kong, Tatiana (orcid.org/0000-0003-4712-7175)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzon, José Alfredo (orcid.org/0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO — PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este arduo trabajo está dedicado a Dios, quien nos ha dado la vida y nos brinda la oportunidad de perseguir nuestros sueños y alcanzar nuestras metas.

A nuestras madres y hermanos por ofrecernos su apoyo inquebrantable y afecto en cada instante, por estar siempre a nuestro lado en este extenso recorrido y ser mi referencia e inspiración constante.

A nosotros mismos por tener la valentía de luchar contra todo y por nunca rendirnos a lo largo del tiempo, somos ejemplo que luchando por tus sueños podemos lograr y conseguir cada meta,

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, queremos expresar nuestro agradecimiento a Dios por brindarnos la valentía, la prudencia y la sabiduría necesarias para poder superar los desafíos que encontramos en nuestro camino y alcanzar nuestras metas y objetivos.

En segundo lugar, a nuestras madres, cuya dedicación y afecto han sido fundamentales en nuestra vida y logros académicos, por tener la valentía de seguir adelante sin importar los desafíos que se presenten en el camino. Sin su respaldo incondicional y tus palabras llenas de sabiduría, este trabajo no habría sido alcanzado.

En tercer lugar, deseamos agradecer a todos los profesores que nos brindaron su apoyo y aliento a lo largo de nuestra investigación, pero queremos destacar especialmente el papel de nuestro asesor, José Cruz Monzón. Su orientación constante fue fundamental para nuestro éxito, tanto en el trabajo en equipo como en la construcción de nuestro proyecto. Además, valoramos su dedicación en transmitirnos sus conocimientos con el objetivo de contribuir de manera satisfactoria y brindar apoyo a quienes lo requieran.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, JOSE ALFREDO CRUZ MONZON, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Coagulante-floculante de nopal y moringa oleífera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023", cuyos autores son GUTIERREZ ARROYO MARLON EDUARDO, VILLANUEVA KONG TATIANA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 30 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JOSE ALFREDO CRUZ MONZON DNI: 18887838 ORCID: 0000-0001-9146-7615	Firmado electrónicamente por: JACRUZM el 09-12- 2023 16:45:02

Código documento Trilce: TRI - 0674797



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, GUTIERREZ ARROYO MARLON EDUARDO, VILLANUEVA KONG TATIANA estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Coagulante-floculante de nopal y moringa oleífera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
GUTIERREZ ARROYO MARLON EDUARDO DNI: 72930814 ORCID: 0000-0002-9709-4351	Firmado electrónicamente por: MGUTIERREZAR19 el 30-11-2023 19:49:57
VILLANUEVA KONG TATIANA DNI: 74951573 ORCID: 0000-0001-8952-9549	Firmado electrónicamente por: VVILLANUEVAKO17 el 30-11-2023 19:54:31

Código documento Trilce: INV - 1404134

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	11
3.1. Tipo y diseño de investigación	11
3.2. Variables y Operacionalización	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos.....	17
3.7. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	33
VI. CONCLUSIONES	37
VII. RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Prueba de normalidad a diferentes concentraciones de coagulante natural (nopal).	19
Tabla N°2: Coagulante natural (Opuntia) a diferentes concentraciones.....	20
Tabla N°3: Correlación de Pearson entre coagulante y remoción de turbidez	22
TablaN°4: Prueba de normalidad a diferentes concentraciones de coagulante/floculante.	23
Tabla N°5: Relación coagulante/floculante (Opuntia ficus-indica y semilla de Moringa Oleífera) a diferentes concentraciones.....	23
Tabla N°6: Correlación de Pearson entre coagulante/floculante y remoción.	26
Tabla N°7: Prueba de normalidad en el mejor tiempo de remoción de turbidez.	27
Tabla N°8: Remoción de turbidez empleando la mejor dosis coagulante (Opuntia ficus-indica) a 0,7 g.	27
Tabla N°9: Remoción de turbidez empleando la mejor relación coagulante/floculante.	29
Tabla N°10: Tiempo de remoción de turbidez en la sedimentación de la relación coagulante/floculante 0,7:0,1 g.	30
Tabla N°11: Correlación de Pearson entre el tiempo y remoción de turbidez.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Flujograma de obtención de coagulante y floculante	14
Figura N°2: Formula de porcentaje de humedad.....	16
Figura N°3: Formula de porcentaje de remoción.....	17
Figura N°4: Análisis físico – químico a diferentes dosis de coagulante.....	21
Figura N°5: Remoción de turbidez a diferentes dosis de coagulante.....	21
Figura N°6: Análisis de la relación coagulante/floculante a diferentes dosis	24
Figura N°7: Remoción de turbidez a diferentes dosis de coagulante/floculante..	25
Figura N°8: Tiempo de remoción de turbidez empleando la mejor dosis coagulante natural .	28
Figura N°9: Remoción de turbidez con la mejor relación coagulante/floculante de 0,7-0,1 g.	29
Figura N°10: Tiempo de remoción de turbidez en la sedimentación de la relación coagulante/floculante 0,7:0,1 g.	31

RESUMEN

Los tratamientos convencionales para la remoción de turbidez en cuerpos de agua suelen emplear sulfato de aluminio, el cual es eficaz, pero genera toxicidad en los ecosistemas acuáticos, por lo cual, es crucial desarrollar tecnologías más amigables con el medio ambiente. La presente investigación busca evaluar el efecto que tiene la dosis y relación coagulante/floculante en la clarificación de aguas del río Chiquito-Huamachuco empleando nopal y semilla de moringa oleífera deshidratada. Se ejecutó un diseño experimental, donde variaron las dosis de coagulante y relación coagulante/floculante, con un total de 12 repeticiones, incluyendo los respectivos testigos, en donde se evaluaron parámetros como conductividad, pH, sólidos disueltos totales (SDT) y turbidez. Los resultados revelan que usando una dosis de 0,7 g de coagulante y una relación coagulante/floculante de 0,7/0,1 permitieron una remoción de turbidez del 92,28% y 93,75% respectivamente. En conclusión, se observó que empleando la dosis más alta de coagulante (nopal) y la dosis más baja de floculante (semilla de moringa) se logra obtener remociones cercanas al 90% de turbidez en muestras de agua del río Chiquito – Huamachuco.

Palabras clave: Opuntia ficus-indica, semilla de Moringa oleífera, coagulante/floculante, clarificación de aguas, remoción de turbidez.

ABSTRACT

Conventional treatments for turbidity removal in water bodies usually use aluminum sulfate, which is effective, but generates toxicity in aquatic ecosystems. Therefore, it is crucial to develop more environmentally-friendly technologies. This research sought to evaluate the effect of the dose and coagulant/flocculant ratio, using nopal and dehydrated moringa oleifera seed, in the clarification of water from the Chiquito River (Huamachuco). An experimental design was conducted, where the coagulant doses and coagulant/flocculant ratio varied, with a total of 12 replicates, including the respective controls, where parameters such as conductivity, pH, total dissolved solids (TDS) and turbidity were evaluated. The results reveal that using a dose of 0.7 g of coagulant and a coagulant/flocculant ratio of 0.7/0.1 allowed a turbidity removal of 92.28% and 93.75%, respectively. As a conclusion, it was observed that using the highest dose of coagulant (nopal) and the lowest dose of flocculant (moringa seed), it was possible to obtain turbidity removals close to 90% in water samples from the Chiquito River (Huamachuco).

Keywords: Opuntia ficus-indica, Moringa oleifera seed, coagulant/flocculant, water clarification, turbidity removal.

I. INTRODUCCIÓN

Para Barquerizo (2019, p. 64) el agua juega un papel esencial para mantener la vida diaria, puesto que es un recurso esencial pero también escaso, dado esto, su valor radica en su capacidad para sostener y fomentar la existencia de seres vivos, sin importar que la contaminación hídrica tenga consecuencias directas en la salud, los ecosistemas y la biodiversidad. Mayormente se basa a su amplia distribución y a sus características físicas y químicas, desempeñan un papel crucial en los ciclos globales de procesos geoquímicos, biológicos y geológicos (Vara et al., 2019, p. 2).

Actualmente, se utilizan diversos coagulantes convencionales, como el sulfato de aluminio, que es de gran importancia debido a su eficacia comprobada en el proceso de clarificación del agua (Meza et al., 2018, p. 10). Sin embargo, este coagulante tiene un efecto negativo en el medio ambiente, ya que muestra una baja capacidad de descomposición biológica tanto en el suelo como en el agua, lo que resulta en la acumulación de residuos de lodos que no se pueden utilizar como biosólidos, estos mismos lodos contienen niveles significativos de sustancias tóxicas, lo que podría contribuir al desarrollo de enfermedades como el Alzheimer (Cervantes et al., 2018, p. 45).

Debido a su profundo desarrollo, dichos coagulantes convencionales están adquiriendo una mayor importancia, siendo considerado uno de los más perjudiciales en términos de toxicidad, empleándose en varias plantas de tratamiento de agua convencionales y a menudo combinándose con alumbre, esto debido a su alta eficacia para eliminar la turbidez y otros parámetros utilizados en la purificación del agua (Gandiwa et al., 2020, p. 159). Este provoca un incremento en la concentración total de sustancias disueltas en el agua tratada y da lugar a la generación de considerables cantidades de residuos que no son biodegradables, por lo que su disposición y eliminación de estos residuos durante su proceso resulta complicada (Smorraiev et al., 2022, p. 46).

Otro método utilizado para la clarificación del agua es la electrocoagulación, que utiliza la electricidad para eliminar contaminantes suspendidos, disueltos o emulsificados presentes en el agua (Watawati, 2023, p. 21). No obstante, este

proceso también tiene una consecuencia negativa, ya que los lodos resultantes contienen niveles elevados de hierro y aluminio, dependiendo del tipo de electrodo empleado, estos compuestos pueden afectar negativamente la calidad del agua, al ser perjudiciales para su entorno y afectar las propiedades del agua tratada de manera adversa (Rodríguez, 2021, p. 04). Destacando que, en caso de que los electrodos empleados en el procedimiento contengan metales, la electrocoagulación podría ocasionar la liberación de iones metálicos en el agua, esta emisión podría generar consecuencias negativas, sobre todo si los niveles de estos metales exceden los límites considerados aceptables (Touahria et al., 2017, p. 56).

Así mismo, al emplear polielectrolitos catiónicos como método para la clarificación del agua, no resulta tan ventajoso ya que, al finalizar su proceso pueden dar origen a productos secundarios indeseados, esto debido a que los polielectrolitos interactúan químicamente con otras sustancias presentes en el agua, lo que podría ocasionar la creación de compuestos no deseados (Sieberz et al., 2017, p. 24). A su vez, un exceso en la aplicación de polielectrolitos o la selección inapropiada del tipo de polielectrolito para una aplicación particular, tienen el potencial de influir adversamente en la calidad del agua tratada, debido a la posibilidad de ocasionar modificaciones en la turbidez, el color o la presencia de partículas indeseadas (Ahmed, 2021, p. 35).

Atendiendo a las evidencias expuestas se planteó como problema general ¿Cuál es el efecto tiene la dosis y relación coagulante/floculante en la clarificación de aguas del río Chiquito – Huamachuco empleando *nopal* y *moringa oleífera* deshidratada?

La investigación realizada se fundamentó por entender y resaltar las diferentes propuestas que abordan a poder innovar al tratamiento de la clarificación del agua, por ello dicho proyecto se justificó con una perspectiva metodológica abordando la necesidad de desarrollar un enfoque o estrategia innovadora que permita obtener conocimientos válidos, confiables y sobre todo fundamentales, para poder abordar la clarificación de los ríos, esto lo hace innovador al buscar contribuciones que puedan mejorar el proceso de clarificación, en término ambiental, la justificación se

apoyó en la capacidad de los coagulantes y floculantes naturales, ya que al no causar contaminación ambiental, representan una alternativa innovadora en armonía con el entorno natural, estos se presentan como una opción adecuada para abordar diversas fuentes de contaminación, desde la perspectiva teórica, la justificación de este estudio radicó en su capacidad para contribuir a la comprensión del impacto de los coagulantes/floculantes naturales en el proceso de clarificación del agua, esto representa una investigación innovadora que puede aportar conocimientos valiosos para el futuro, en lo que respecta a la dimensión práctica, la justificación de este estudio residió en su capacidad para aportar al proceso de clarificación, dando un enfoque innovador en el contexto, se presenta como una alternativa viable para reducir diversos parámetros que influyen en la protección y conservación del entorno natural, desde un punto de vista social, la justificación resaltó en el considerable interés que existe debido a su impacto directo en la comunidad, al emplear ciertos coagulantes/floculantes naturales, por lo que contribuyen a prevenir a las sustancias contaminantes que tienen un impacto en la calidad del agua y al momento de consumirla.

El objetivo general de la investigación fue Evaluar el efecto que tiene la dosis y relación coagulante/floculante en la clarificación de aguas del río Chiquito – Huamachuco empleando nopal y semilla de moringa oleífera deshidratada. Así mismo, como objetivos específicos se propuso: Evaluar la mejor dosis de coagulante que permita la clarificación de aguas del río Chiquito – Huamachuco, Evaluar la mejor relación de coagulante/floculante que permite mejores resultados en la clarificación de aguas del río Chiquito - Huamachuco, Evaluar el mejor tiempo de reducción de turbidez en la clarificación de las aguas río Chiquito – Huamachuco empleando los mejores valores de dosis y relación coagulante/floculante.

La Hipótesis de la investigación se basó en: La mejor dosis y la relación coagulante/floculante tendrán un efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito – Huamachuco empleando nopal y semilla de moringa oleífera deshidratada.

II. MARCO TEÓRICO

Riaño et al. (2019, p. 13) llevaron a cabo un estudio en el cual evaluaron la capacidad de usar cinco coagulantes combinados (almidón de yuca y semillas de Moringa oleífera) con el propósito de aclarar el agua de un humedal. Se empleó un método de test de jarras, que involucró un tiempo rápido de 300 rpm (2 min), seguida de un tiempo lento de 50 rpm (40 min), y un período de sedimentación de 30 minutos. Se crearon cinco mezclas con proporciones de 90-10, 80-20, 70-30, 60-40 y 50-50 empleando dichos coagulantes. Se constató que las combinaciones 2, 4 y 5 produjeron los resultados más favorables, los cuales lograron reducir la turbidez del agua del humedal en un 89.7%, 93.0% y 93.4%, respectivamente

En su estudio, Jin & Tulip (2019, p. 09) llevaron a cabo una evaluación para comparar el rendimiento de un coagulante (nopal). Se emplearon dos coagulantes tradicionales (alumbre y cloruro férrico) con el propósito de reducir la turbidez y el contenido de carbono orgánico disuelto en el agua de estanques. Se probaron dosis altas de coagulante natural, alumbre y cloruro férrico en valores 900mg/l, 190mg/l y 104mg/l respectivamente. Los resultados mostraron que el coagulante natural (nopal) logró una eliminación de arsénico del 64%, lo cual fue superior en comparación con los coagulantes convencionales.

Madjene et al. (2023, p. 12) llevaron a cabo una investigación centrada en la optimización del tratamiento de aguas residuales provenientes de la industria de la pintura, utilizando el proceso de coagulación-floculación, utilizando un biocoagulante derivado de las semillas de Moringa. Exploraron parámetros, como la turbidez, el tiempo de proceso y la velocidad de agitación, por lo que utilizaron una dosis de coagulante de 2,5 ml, una duración de la coagulación (210,5 rpm) durante 5 min, un tiempo de floculación (30 rpm) de 12,5 minutos. Los resultados obtenidos revelaron una disminución significativa en la turbidez, logrando un rendimiento del 99,9% en condiciones óptimas, haciéndolo aptos como un tratamiento para la clarificación de aguas.

El estudio realizado por Vidal et al. (2020, p. 07) se enfocaron en la valoración de *Opuntia ficus-indica* como un agente coagulante en el tratamiento del agua cruda tomada del río Guatapurí en Colombia. Se empleó el método de jarras con

diferentes velocidades de agitación, incluyendo un alta de 125 rpm y un período de reposo de 30 minutos. Las muestras presentaban niveles elevados de turbidez, y se determinaron dosis óptimas de coagulante, que fueron de 1976,3 mg/L y 658,75 mg/L, respectivamente. Los resultados obtenidos evidenciaron una reducción significativa en la turbidez, con porcentajes de eliminación que variaron entre el 97% y el 99,5%.

Nguyen et al. (2018, p. 10) se centraron en el propósito de evaluar la eficacia de la Moringa oleífera como un coagulante natural, empleando tres métodos distintos: la extracción de aceite, la pulverización simple y el fraccionamiento de proteínas, donde se emplearon muestras de aguas residuales municipales. Emplearon diferentes dosis no mayores a 1 g/L. Donde obtuvieron como resultado una eliminación del 95,44% de la turbidez, un 82,4% de remoción de DQO y una eliminación del 99,1% de las bacterias E. coli.

Herrera & Sánchez (2022, p. 07) realizaron un estudio en Cajamarca con el objetivo de comparar la eficacia en la disminución de la turbidez en las aguas superficiales del río Mashcón mediante el uso de coagulantes naturales a base de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y (*Opuntia ficus-indica*). Utilizaron un método efectivo conocido como prueba de jarra, en el cual operaron a diferentes velocidades, incluyendo 100 RPM 1 minuto (alta velocidad) y 40 RPM durante 3 minutos (baja velocidad). Los resultados obtenidos revelaron que el almidón de papa logró una reducción del 97 % en la turbidez, mientras que el coagulante a base de nopal pudo lograr una reducción del 98 %, llegando a una turbidez final de 4.9 NTU.

En su investigación, Castillo & Avendaño (2020, p. 13) se enfocaron en identificar las condiciones ideales para clarificar el agua procedente del río Sama utilizando semillas de moringa. La investigación se realizó a través de un procedimiento de pruebas en jarra que implicó la utilización de diversas cantidades de semillas de moringa (0, 1 y 0,2 g/L), velocidades de floculación (20 y 30 rpm) al igual que al tiempo de floculación. Luego de realizar las pruebas, se determinaron las condiciones de funcionamiento más eficaces, incluyendo el uso de una dosis de 0,2 g/L de semillas de moringa como agente coagulante. Además, se estableció

que se necesitaba un período de sedimentación de 90 minutos, la cual presentaba niveles de turbidez de 132, 48.6 y 424 (UNT). Como resultado, se lograron reducciones significativas en la turbidez, alcanzando valores del 97,04 %, 92,37 % y 98,88 % respectivamente.

En su investigación, Eichhorn (2022, p. 13) se enfocó en examinar el potencial de las semillas de Moringa y los cladodios de cactus (*Opuntia ficus-indica*) mediante el tratamiento de aguas en el proceso de floculación. Se evaluaron diversos parámetros, como la turbidez y la capacidad de floculación. Las cantidades de agente floculante variaron en un rango de 100 a 300 mg/L. Los resultados obtenidos indican que, las semillas de Moringa tienen una capacidad de floculación más alta, alcanzando hasta un 93%, por otro lado, los cladodios de cactus produjeron un 54%, no alcanzó el nivel de eficacia de la Moringa. Sin embargo, la combinación de ambos materiales resultó en una capacidad de floculación suficientemente elevada, llegando al 76%.

En su estudio, Olivero et al. (2018, p. 73) se centraron en evaluar el rendimiento de la *Opuntia ficus-indica* y Moringa Oleífera, junto al alumbre, se empleó una prueba de jarras por lo que se sometió a una agitación rápida a 300 rpm (30 segundos), luego de completar el período de floculación, se extrajeron las paletas de los recipientes y se dejó que las muestras se sedimentan durante 15 minutos. Los hallazgos de su investigación indicaron que la combinación de Moringa oleífera y *Opuntia ficus* logró eliminar más del 90% de la turbidez, en contraste con la mezcla de alumbre, nopal y moringa, que logró eliminar al menos un 99% de la turbidez.

En su investigación, Quino (2020, p. 1847) se enfocó en analizar la viabilidad al utilizar coagulantes-floculantes naturales (nopal, semillas de durazno y almidón de cáscara de papa) para eliminar la turbidez en las aguas del Río Jillusaya como una alternativa al sulfato de aluminio. Los resultados mostraron que hubo una variación mínima en la aplicación de los coagulantes vegetales en comparación con el sulfato de aluminio. Es importante destacar que el sulfato de aluminio no tuvo un impacto significativo en el cambio de los parámetros químicos en comparación con los coagulantes vegetales. Como resultado, se podría considerar

la utilización de cáscaras de papa y pencas de tuna como una alternativa para el tratamiento primario de aguas.

Gandiwaa et al. (2020, p. 160), en su investigación, llevaron a cabo la comparación entre coagulantes naturales derivados de plantas (Cactus *Opuntia* y *Moringa Oleifera*), junto al sulfato de alumbre, para tratar agua cruda. Utilizando el diseño experimental de red simplex con el software Minitab, evaluando parámetros como turbidez, pH, conductividad y alcalinidad total. Los resultados revelaron que una combinación de alumbre, *Moringa* y *Opuntia* en diferentes proporciones de 13%, 42,6% y 44,4% y con una dosis total de coagulante de 45 mg/L, proporcionó los mejores resultados generales. El agua tratada resultante mostró una turbidez de 2,7 NTU, pH de 6,99, conductividad de 308 μ S/cm y alcalinidad de 137,7 mg/L.

Sethu et al. (2019, p. 14) en su investigación, se empleó el cactus *Opuntia* como un biocoagulante ecológico para tratar el efluente de la fábrica de aceite de palma (POME). Utilizaron el test de jarras para medir parámetros como la Demanda Química de Oxígeno (DQO), los Sólidos en Suspensión Totales (SST) y la turbidez. Aplicaron una dosis de 8 g/l de polvo de *Opuntia*, manteniendo un pH de 9 y un tiempo de reacción de 240 minutos. Los resultados destacaron una eliminación del 91,2% de DQO, el 94,4% de SST y el 90,7% de turbidez.

En su investigación, Duran (2021, p. 26) examinaron el impacto de la penca con semilla de moringa como coagulantes naturales para disminuir la turbidez del agua en un depósito. Aplicaron el método de jarras con dosis de 0.5 g, 1.0 g y 1.5 g. Los resultados indicaron que, a menor concentración, la *Moringa* logró una mayor reducción de turbidez, mientras que con la Penca de Tuna ocurrió lo contrario. Al emplear ambas especies conjuntamente, se consiguió maximizar la reducción de la turbidez hasta un 97%.

A su vez, Choudhary et al. (2018, p. 52) llevaron a cabo la evaluación de la capacidad de la pectina de la especie *Opuntia ficus indica*, también conocida como nopal, para tratar aguas residuales contaminadas con iones metálicos. Inicialmente, se realizó su caracterización mediante FT-IR (Espectroscopia de infrarrojos), y los resultados fueron alentadores en cuanto a la eliminación de la turbidez, empleando una dosis de 0,019 mg/ml, logrando su eliminación en un 98%

y un 99% en los iones metálicos, lo que sugiere que la especie *Opuntia ficus indica* actúa eficazmente como biocoagulante en el tratamiento de aguas para la remoción de turbidez y de dichos iones.

En líneas generales, existe una teoría relacionada con el tema que describe el proceso de coagulación/floculación en tres etapas específicas, en la etapa de coagulación, se agrega un coagulante al agua sin tratar para neutralizar las cargas de las partículas coloidales que se encuentran en el agua lo que provoca la aproximación de las partículas y la formación de flóculos (Okolo & Onukwuli 2021, p. 03), posteriormente, se lleva a cabo la etapa de floculación, donde las pequeñas partículas formadas durante la coagulación rápida se agrupan en partículas mucho más grandes, generando flóculos que pueden sedimentar o ser filtrados (Amran et al., 2019, p. 23).

En la etapa de coagulación-floculación, es esencial determinar la dosis adecuada de coagulante a agregar al agua, la dosificación del coagulante juega un papel crucial en la efectividad del proceso de coagulación, por ende, al utilizar una dosis excesiva de coagulante, se forman una gran cantidad de microflóculos, lo que resulta en una alta turbidez residual, por otro lado, si se utiliza una dosis insuficiente de coagulante, no se logra neutralizar por completo la carga de las partículas, lo que conduce a una mayor turbidez residual (Castillo, 2023, p. 169). Para lograr esto, se utiliza un método llamado prueba de jarras, este ensayo permite establecer las condiciones óptimas para el tratamiento, imitando debidamente los procesos de coagulación floculación necesarios para eliminar la materia orgánica y los coloides en suspensión que contribuyen a la turbidez y el color del agua (Fúquene & Yate, 2018, p. 03).

Para Barreto et al. (2020, p. 114), el uso de coagulantes/floculantes naturales derivados de árboles y plantas se centra en aprovechar todos sus componentes, como hojas, semillas, raíces e incluso frutas, ya que son una alternativa efectiva para reemplazar directamente a los coagulantes químicos. Estos coagulantes naturales ofrecen ventajas significativas y demostradas sobre los productos químicos convencionales (Jasim et al., 2019, p. 02). Los recursos naturales presentes en estos coagulantes se caracterizan por tener un elevado peso

molecular, estos pueden llegar a tener un polímero mucho más extenso, por lo que puede aumentar la eficacia de los coagulantes naturales, este tipo de coagulantes presenta la ventaja de ser aplicables en distintas clases de aguas residuales, tales como las generadas por la industria textil y la producción de lácteos; no obstante, uno de los desafíos principales que se enfrentan es asegurar su disponibilidad constante para poder implementar su uso a gran escala (Alalaiza et al., 2021, p. 02).

El *Opuntia ficus indica*, conocido comúnmente como nopal o tuna, es una planta perteneciente al grupo de Cactaceae y subgrupo Opuntioideae, su lugar de origen es México, en Perú se cultiva en varias regiones gracias a su capacidad de adaptarse a diversas temperaturas y condiciones climáticas extremas (Sulca, 2022, p. 05). Tiene una medida aproximadamente de 0,6 – 1 m de altura, con una cantidad grande de hojas, por lo que posee espinas filosas, tallos carnosos, con una forma ligeramente ovoide entre 15 a 30 cm de largo y 13 a 21 cm de anchura, sus espinas se caracterizan por ser unas más grandes que otras, por lo que llegan a medir entre 3 a 6 cm, esta planta crece en zonas laderas rocosas, con una altitud desde los 3100 – 3600 m1 (Vargas, 2019, p. 35).

Por otra parte, la Moringa (*Moringa Oleífera*) es una planta tropical nativa del norte de la India, perteneciente a la familia Moringaceae (Valverde et al., 2018, p.02). Sus semillas contienen una cantidad significativa de proteínas con cargas tanto positivas como negativas, lo que contribuye a reducir la turbidez del agua durante el proceso de clarificación (Vivas et al., 2022, p.85). Además, la Moringa es capaz de eliminar microorganismos gracias a los antioxidantes y compuestos antimicrobianos que posee (Nguyen et al., 2018, p. 03).

Para Anderson et al. (2019, p. 13) el recurso hídrico de los ríos es de gran importancia, por lo que en la actualidad es fácilmente que sea contaminado, siendo este recurso la principal base para la población, industrial y de riego. Su calidad es la base para describir las características del agua, las que vienen siendo físicoquímicas y microbiológicas, y depende netamente del uso que le damos (Zeng et al., 2020, p. 05), estos parámetros se miden frecuentemente al momento

de muestrear pH, Turbidez, conductividad y temperatura (Huamán et al., 2020, p. 34).

Dentro de la calidad del agua según Marín & Arriojas (2020, p. 49) la turbidez del agua es el factor de claridad presente en ella, esta se basa particularmente en la cantidad de contaminantes presentes, ya sean sólidos suspendidos, materia orgánica o agentes patógenos. Estos buscan que el agua adquiera una tonalidad más intensa, a medida que aumenta la concentración de sustancias, esta se vuelve más opaca y muy turbia (Lei et al., 2021, p. 24).

La conductividad eléctrica hace referencia a su habilidad para conducir electricidad mediante la presencia de iones disueltos en ella, estos iones incluyen cationes como el sodio (Na), el calcio (Ca), el potasio (K) y el magnesio (Mg^{2+}), que tienen carga positiva, así como aniones como el sulfato (SO_4^{2-}), el carbonato (CO_3^{2-}) y el bicarbonato (HCO_3^-) que tienen carga negativa. Estos componentes iónicos contribuyen a la conductividad eléctrica del agua (Farhad et al., 2021, p. 537).

Para Fathi et al. (2018, p. 13) el pH en el agua nos indica la categoría de acidez o basicidad en una solución acuosa presente en el agua, llega a medir especialmente la reunión de los iones hidronio encontrados en el agua, por lo que se expresa en la escala del 1 a 14, para así poder evaluar y proponer un tratamiento adecuado, este debe de estar frecuentemente en una escala de 6,5 a 9,0.

Por otro lado, para Aguilar & Cubas (2021, p. 65) los sólidos disueltos se refieren a las sustancias orgánicas e inorgánicas que tienen la capacidad de disolverse en agua y no se retienen en el material de filtración, su medición se enfoca en la cuantificación de todos los residuos sólidos que pueden atravesar una membrana con poros de 2.0 micrómetros o incluso más pequeños, incluyendo sales y residuos orgánicos, por lo tanto, podrían afectar adversamente la calidad de un cuerpo de agua.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

a) Tipo de investigación

La investigación adoptó un enfoque aplicado, combinando conocimientos teóricos y prácticos para abordar y resolver problemas de relevancia social. Se utilizó tanto el conocimiento científico como el tecnológico para proponer soluciones prácticas y concretas (Nagua, 2018, p.38), por ende, siguió un enfoque cuantitativo, permitiendo la obtención y manipulación de datos numéricos de forma más accesible (Castañeda, 2022, p. 01).

b) Diseño de investigación

La metodología de investigación empleada fue de carácter experimental, lo que involucró la modificación de la variable independiente con el fin de evaluar su influencia en la variable dependiente (Álvarez, 2020, p. 05).

3.2. Variables y Operacionalización

La dosis y la relación coagulante/floculante fueron tratadas como variables independientes donde se emplearon dimensiones como la dosis del coagulante (nopal) donde se usó concentraciones de 0,5 – 0,6 y 0,7 y la relación coagulante/floculante donde de igual manera con concentraciones de 0,7 – 0,1; 0,7 – 0,2 y 0,7 – 0,3 con una escala de medición en gramos, mientras que la clarificación del agua del río Chiquito - Huamachuco se consideró como la variable dependiente donde abarcó una dimensión basándose en los parámetros físico-químicos en las cuales se encuentran el pH, conductividad, SDT y turbidez (Anexo 1).

3.3. Población, muestra y muestreo

a) Población

La población de estudio comprendió el agua del río Chiquito - Huamachuco, ubicado en la provincia de Sánchez Carrión, en el departamento de La Libertad con coordenadas 7°48'43"S - 78°02'55"O. Ubicada en la cordillera de los Andes, en la región montañosa de La Libertad, esta área abarca 424.13 kilómetros cuadrados y se sitúa a una altitud de 3,200 metros sobre el nivel del mar. Se encuentra a una distancia de 184 kilómetros de la ciudad de Trujillo, en el norte de Perú. (Anexo 7).

b) Muestra

Se contó con una muestra de agua conformada por 20L río Chiquito – Huamachuco, con coordenadas 7°48'43.3"S 78°03'32.3"W. Posteriormente se llevó inmediatamente al Laboratorio de Microbiología de la Universidad César Vallejo, ubicado en la sede Moche, bajo la supervisión del jefe a cargo.

c) Muestreo

El método de muestreo utilizado para la recolección de muestras fue no probabilístico por conveniencia, lo que implicó que la selección de las muestras se realizará de acuerdo con la conveniencia de la investigación y no estará basada en una probabilidad aleatoria.

d) Unidad de análisis

Para la unidad de análisis se consideró 500 mL de aguas recolectadas del río Chiquito – Huamachuco, para cada prueba experimental empleando el método de Test de Jarras.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnica

Se empleó la técnica de observación experimental, lo cual implicó una investigación científica donde obtuvimos información precisa y objetiva sobre el tema de estudio a través de la recopilación de datos empíricos, lo cual implicó la obtención directa de información.

Esta técnica fue especialmente adecuada para investigaciones concluyentes, ya que impone restricciones al observador donde emplea diferentes instrumentos de medición, registro de datos, variables, etc (Barrett y Twycross, 2018, p. 63).

b) Instrumento

En la etapa experimental, se logró emplear herramientas de recolección de datos, tales como la Ficha de registro de recolección de muestra y la Ficha de registro de datos, para recopilar y almacenar la información pertinente. Estas herramientas desempeñaron un papel fundamental en la preservación de los análisis y presentación de los resultados obtenidos en el laboratorio.

3.5. Procedimientos

Fase 1: Recolección de muestras

Para realizar la recolección de muestras, se llevó cabo la extracción de agua del río Chiquito – Huamachuco. Para ello primero se realizó la esterilización de los bidones donde se almacenó las muestras de agua, luego se utilizó un balde esterilizado de 3 litros para recolectar dicha agua, por lo que después se transfirió a 4 bidones de 5 litros, los cuales fueron debidamente cerrados y etiquetados para preservar mejor la muestra. La recolección de la muestra cumple con el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales de la Autoridad Nacional del Agua.

Se logró obtener un total de la muestra de agua con un volumen de 20 litros para su respectiva evaluación. Esta misma se llevó directamente al Laboratorio de Biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo sede Moche.

Fase 2: Obtención de coagulante/floculante *Opuntia ficus-indica* y Semilla Moringa oleífera

Para la obtención del coagulante y floculante se realizó diferentes procedimientos, todo ello establecido por Olivero (2018, p. 20).

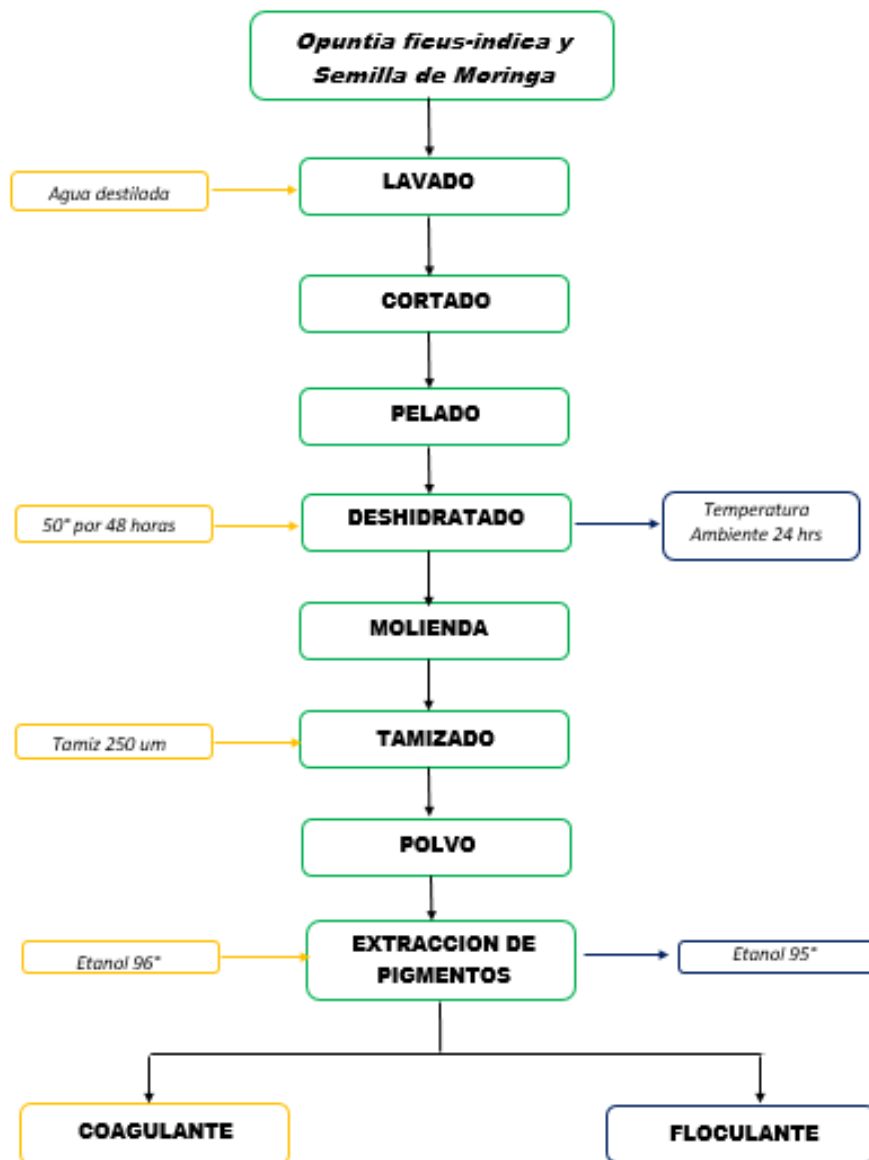


Figura N° 1: Flujograma de obtención de coagulante y floculante

Para la obtención del coagulante a base de nopal (*Opuntia ficus-indica*), se procesaron 19,5 kilogramos, el cual fue acondicionado para obtener en mejores condiciones fragmentos de aproximadamente 3 cm x 3 cm, los cuales fueron secados en estufa a una temperatura de 50°C durante 48 horas, una vez finalizada esta etapa, el material granulo procedió a molerse y luego a tamizarse empleando una malla de 250 micras. Se recolectó una cantidad de 80.00 gramos de polvo, la cual continuo a extraer sus pigmentos utilizando etanol al 96°, para lo cual se utilizó una mezcla de 50 gramos de polvo y 200 ml de etanol. Se agitó la solución resultante durante un cuarto de hora utilizando un agitador de tipo jarra con una velocidad de 1000 rpm, esta misma se filtró dos veces a través de papel filtro para asegurar la extracción máxima de pigmentos, por último, el polvo resultante se sometió a un proceso de secado a 50°C durante 3 horas con el fin de eliminar cualquier vestigio remanente de etanol.

En cambio, para la obtención del floculante a base de semilla de Moringa, se procesó 1 kilogramo, donde se extrajo las cascara para obtener dicha semilla, se empleó un tiempo de deshidratación de 24 horas a temperatura ambiente, este proceso tuvo como finalidad facilitar su posterior molienda, una vez finalizada esta etapa, el material granulo procedió a molerse y luego a tamizarse empleando una malla de 250 micras. Se recolectó una cantidad de 150.00 gramos de polvo, la cual continuo a extraer sus pigmentos utilizando etanol al 95°, para lo cual se utilizó una mezcla de 50 gramos de polvo y 200 ml de etanol. Se agitó la solución resultante durante un cuarto de hora utilizando un agitador de tipo jarra con una velocidad de 1000 rpm, esta misma se filtró dos veces a través de papel filtro para asegurar la extracción máxima de pigmentos, por último, se sometió a un proceso de secado a 100°C durante 12 horas para asegurar la eliminación completa de cualquier residuo de etanol.

Posteriormente del término de la extracción de los coagulantes/floculantes se procedió a determinar el porcentaje de humedad de estos mismo, para eso se optó por emplear dicha fórmula, la cual nos ayudó a determinar los resultados esperados.

$$\% \text{ humedad} = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

Figura N°2: Fórmula de porcentaje de humedad.

Fase 3: Prueba de eficiencia del coagulante

Para evaluar la efectividad del coagulante, se comenzaron con pruebas preliminares siguiendo el enfoque metodológico de (Riaño et al., 2019, p. 13) donde se llevó a cabo una prueba de jarras empelando el coagulante (*Opuntia Ficus Indica*) y así poder determinar la dosis óptima, se emplearon diferentes concentraciones de (0,5 g, 0,6 g y 0,7 g) para ello se utilizó muestras de agua con una cantidad de 500 ml de dicho río. Posteriormente se empleó un proceso de agitación rápida (300 rpm durante 2 minutos) seguidamente de una agitación lenta (50 rpm durante 40 minutos), posteriormente se dejó sedimentar por 30 min., este proceso opto por hacer tres replicas para ver la efectividad del coagulante, para ello se logró observar la velocidad, apariencia y consistencia de los flóculos que se lograron formar en las muestras.

Fase 4: Prueba de la relación coagulante/floculante

Posteriormente obtenida la dosis optima, se procedió a emplearla donde utilizamos el coagulante (*Opuntia Ficus Indica*) junto al floculante (*Moringa Oleífera*) para así ver la relación de estos mismos, se emplearon diferentes concentraciones de (0,7:0,1 g, 0,7:0,2 g, 0,7:0,3 g). Para ello se utilizó muestras de agua con una cantidad de 500 ml de dicho río. Posteriormente se empleó un proceso de agitación rápida (300 rpm durante 2 minutos) seguido de una agitación lenta (50 rpm durante 40 minutos), posteriormente se dejó sedimentar por 30 min., este proceso opto por hacer tres replicas para ver la efectividad del de la relación coagulante/floculante, se observó la velocidad, apariencia y consistencia de los flóculos que se lograron formar en las muestras.

Fase 5: Medición de los contaminantes del agua del río Chiquito.

Por último, después de llevar a cabo los tratamientos, se procedió a analizar los niveles de contaminantes en el agua del río para evaluar el grado de reducción. Se recogieron las muestras necesarias para medir los parámetros fisicoquímicos seleccionados, como la turbidez, el pH, los sólidos totales suspendidos y la conductividad. Estos procedimientos se llevaron a cabo siguiendo los protocolos establecidos por el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería Ambiental.

Fase 6: Determinación del porcentaje de remoción de parámetros

Se verificó el efecto de la dosis y relación de coagulante/floculante para la clarificación de agua del río Chiquito, donde se determinó la remoción de los parámetros escogidos los cuales fueron Turbidez, pH, Conductividad y SDT a través de las siguientes formulas.

$$\text{Porcentaje de remoción (\%)} = \frac{\text{Toma inicial} - \text{Toma final}}{\text{Toma inicial}} \times 100$$

Figura N°3: Fórmula de porcentaje de remoción

3.6. Método de análisis de datos

Para el análisis de los datos recopilados, se emplearon tanto técnicas de estadística descriptiva como inferencial, empleando el software Microsoft Excel y SPSS. La estadística descriptiva nos proporcionó información detallada sobre los datos y nos permitió formular recomendaciones sobre la presentación de los resultados a través de tablas y gráficos, los cuales fueron interpretados en etapas posteriores del estudio.

Estas contribuciones fueron valiosas al momento de analizar y discutir los resultados y conclusiones de nuestro proyecto de investigación. Nos

aseguraron mantener un enfoque riguroso y científico para garantizar la validez y confiabilidad de lo que hemos desarrollado.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación se rigió por un código de ética donde establece principios y valores reconocidos. Además, se empleó el estilo de citas bibliográficas ISO 690 donde se garantizó la calidad y confiabilidad de los autores obtenidos de diversas fuentes. Como parte del proceso de evaluación, se empleó el Turnitin donde logramos identificar posibles coincidencias en la redacción del estudio con otros estudios previos y así asegurar su autenticidad.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluar la mejor dosis de coagulante que permita la clarificación de aguas del río Chiquito – Huamachuco.

Los resultados que determinaron la mejor dosis mediante el análisis físico-químico del agua utilizando concentraciones de coagulante natural (Penca de Tuna) con concentraciones de (0,5 g, 0,6 g y 0,7 g), empleando agua del río Chiquito – Huamachuco se muestran en las siguientes tablas:

Tabla N°1: Prueba de normalidad a diferentes concentraciones de coagulante.

<i>Prueba de normalidad Shapiro-Wilk</i>		
	<i>Estadístico</i>	<i>Sig.</i>
<i>Dosis (g)</i>	1,000	,989
<i>Concentración (mg/L)</i>	1,000	,989
<i>pH</i>	,992	,831
<i>Conductividad (uS/cm)</i>	,986	,774
<i>SDT</i>	,833	,196
<i>Turbidez Inicial</i>	,942	,537
<i>Turbidez Final</i>	1,000	,987
<i>Remoción (%)</i>	,998	,923

Fuente: Elaboración propia, IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla N°1 se puede apreciar que se elaboró una prueba de normalidad con el estadístico Shapiro – Wilk, cuyos datos arrojaron un $p > 0,05$ con un valor de 0,923 donde resaltó una distribución normal de nuestros datos obtenidos y no se encontró ninguna alteración en las muestras realizadas, dando así, más validez a nuestra investigación.

Tabla N°2: Coagulante natural (*Opuntia*) a diferentes concentraciones.

<i>Dosis (g)</i>	<i>Coagulante</i>	<i>pH</i>	<i>Conductividad (μS/cm)</i>	<i>SDT (mg/L)</i>	<i>Remoción de Turbidez (%)</i>
	0	7.57	390	310	41.20
0,5	<i>Opuntia</i>	7.32	420	355	84.03
	0	7.55	387	318	42.51
0,6	<i>Opuntia</i>	7.23	428	401	88.44
	0	7.60	392	321	42.86
0,7	<i>Opuntia</i>	7.27	432	407	92.28

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N°2 presenta los resultados de las repeticiones del análisis fisicoquímico derivado de la *Opuntia ficus-indica* empleando una cantidad de agua de 500 ml. En las muestras iniciales, se registró valores de turbidez mayores a 254 NTU, la cual excedía significativamente los Límites Máximos Permitidos (LMP) establecidos.

Posteriormente de los demás parámetros, estos estaban más inestables que otros, observando diferentes aspectos al momento de emplear las diferentes muestras con dosis de 0,5 g, 0,6 g, 0,7 g, esto resaltó la eficiencia del coagulante al emplearlo significativamente.

Pudimos observar que el pH variaba con dichas concentraciones, de igual forma con la conductividad y los SDT, esto resalto el incremento y la estabilización de dichos parámetros que al momento de realizar las réplicas obtuvimos resultados favorables.

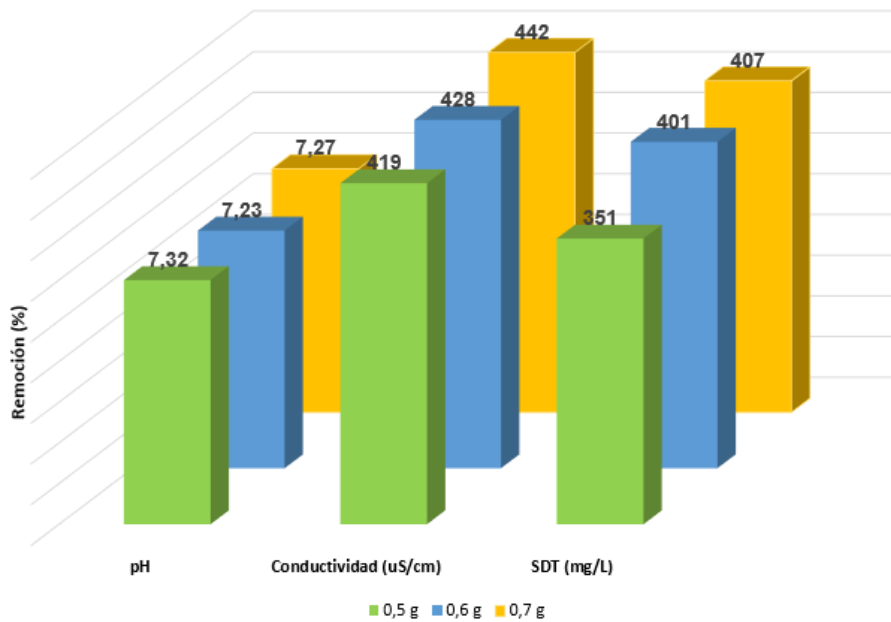


Figura N°4: Análisis físico – químico a diferentes dosis de coagulante.

La figura N°4 nos muestra los resultados de los parámetros analizados empleando dosis de coagulante (nopal), donde se visualizó una estabilización de pH con un valor de 7,32, empleando la dosis de 0,5 g, por otro lado, se evidencio un incremento con valores mayores de conductividad (442 uS/cm) y SDT (407 mg/L) empleando la dosis 0,7 g.

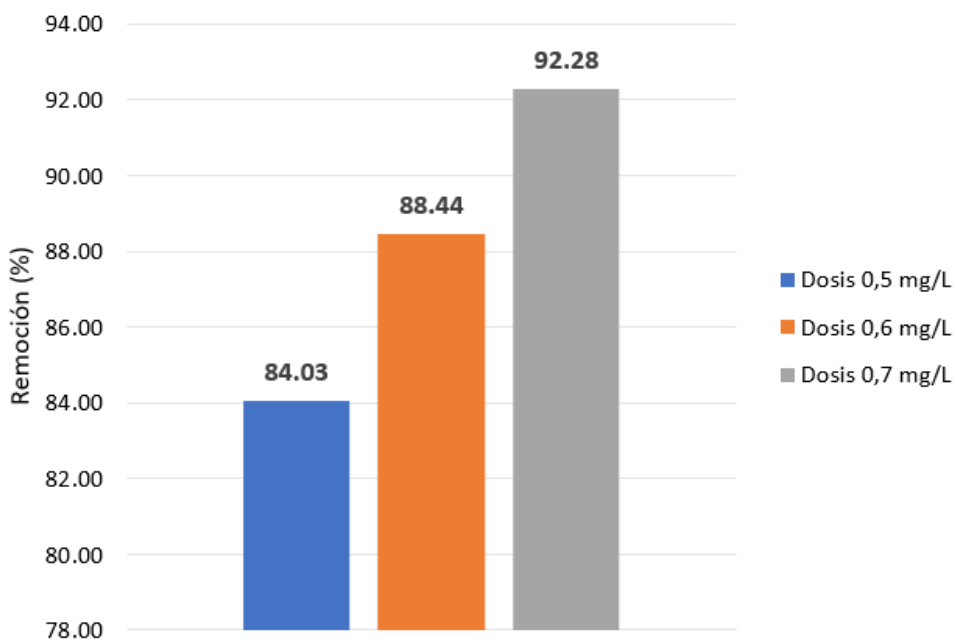


Figura N°5: Remoción de turbidez a diferentes dosis de coagulante.

La figura N°5 demuestra que, la mejor dosis de coagulante natural (nopal) que permitió la clarificación de aguas del río Chiquito – Huamachuco, fue de 0,7 g logrando una remoción de turbidez de 92.28% con un valor de 20 NTU.

Posteriormente, se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas con el estadístico Friedman en el software de uso libre InfoStats, con la finalidad de hacer comparaciones estadísticas, entre las concentraciones del coagulante natural (nopal) y la remoción de turbidez, planteándonos las siguientes hipótesis:

H₀: No existe diferencia significativa entre la concentración de coagulante y la remoción. $P > 0.05$.

H₁: Existe diferencia significativa entre la concentración de coagulante y la remoción. $P < 0.05$.

Se determinó que, si existe una diferencia significativa entre las concentraciones de coagulante y la remoción de turbidez, con p valor = 0.0001 y un nivel de confianza del 95% por lo que se acepta la Hipótesis Alternativa. Por lo cual, estadísticamente se demuestra que la remoción de turbidez varía dependiendo los niveles de concentración empleados.

Tabla N°3: *Correlación de Pearson entre coagulante y remoción de turbidez.*

		<i>Dosis (g)</i>	<i>Remoción (%)</i>
	<i>Correlación de Pearson</i>	1	,999*
<i>Dosis (g)</i>	<i>Sig. (bilateral)</i>		,029
	<i>N</i>	3	3
	<i>Correlación de Pearson</i>	,999*	1
<i>Remoción (%)</i>	<i>Sig. (bilateral)</i>	,029	
	<i>N</i>	3	3

Fuente: Elaboración propia, IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla N°3 se puede apreciar que se elaboró una prueba de Correlación con el estadístico Pearson, entre la dosis de coagulante y la remoción de turbidez, cuyos datos arrojaron un valor de $R=0,999$ con un $p=,029$, validando que existe una relación “Muy alta” entre estas dos y resaltando su veracidad.

4.2. Evaluar la mejor proporción coagulante/floculante que permite mejores resultados en la clarificación de aguas del río Chiquito – Huamachuco.

Tabla N°4: Prueba de normalidad a diferentes concentraciones de coagulante/floculante.

<i>Prueba de normalidad Shapiro-Wilk</i>		
	<i>Estadístico</i>	<i>Sig.</i>
<i>Dosis (g)</i>	1,000	,991
<i>Concentración (mg/L)</i>	1,000	,991
<i>pH</i>	,999	,927
<i>Conductividad (uS/cm)</i>	,916	,439
<i>SDT</i>	,881	,328
<i>Turbidez Inicial</i>	,964	,637
<i>Turbidez Final</i>	,926	,473
<i>Remoción (%)</i>	,885	,339

Fuente: Elaboración propia, IBM SPSS Statistics 25.

Tabla N°5: Relación coagulante/floculante (*Opuntia ficus-indica* y semilla de *Moringa Oleífera*) a diferentes concentraciones.

Tratamiento	Coagulante (Opuntia, g)	Floculante (Moringa, g)	pH	Conductividad (μS/cm)	SDT (mg/L)	Remoción Turbidez (%)
	0	0	7.65	379	322	40.32
T1	0,7	0,1	7.3	431	426	93.75
	0	0	7.67	362	315	41.65
T2	0,7	0,2	7.27	426	423	91.61
	0	0	7.63	370	325	42.31
T3	0,7	0,3	7.25	424	422	91.12

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N°5 presenta los resultados de las repeticiones de los análisis físico-químico del agua para obtener la relación coagulante/floculante utilizando diferentes concentraciones de los coagulantes naturales (*Opuntia ficus-indica* y *Moringa Oleífera*) empleando una cantidad de agua de 500 ml. En las muestras iniciales, se registró valores de turbidez mayores a 262 NTU, la cual excedía significativamente los Límites Máximos Permitidos (LMP) establecidos.

Después de analizar los demás parámetros, se notó que algunos de ellos variaban más que otros, observaron diferentes aspectos al emplear las diversas muestras con dosis de coagulante de 0,7 g y dosis de floculante de 0,1 – 0,2 – 0,3 g, esto destacó la efectividad de la relación entre el coagulante y el floculante cuando se empleó de manera significativa.

Notamos que el pH, conductividad y los sólidos disueltos totales (SDT) variaban en función de estas concentraciones, esto subrayó el aumento y la estabilidad de estos parámetros, ya que, al emplear las diferentes réplicas, se obtuvieron resultados satisfactorios.

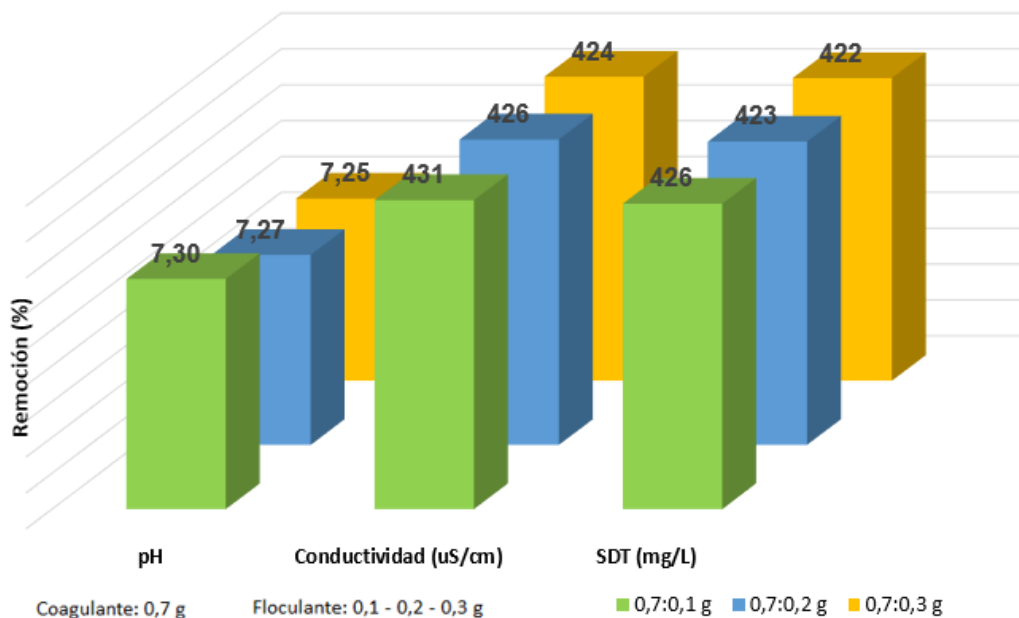


Figura N°6: Análisis físico – químico a diferentes dosis de coagulante/floculante.

La figura N° 6 nos muestra los resultados de los parámetros analizados empleando la relación coagulante/floculante (nopal y semilla de moringa), donde se obtuvo que su mejor dosis fue de 0,7-0,1 g comenzando con una disminución de pH, pero con una estabilización mayor de 7,30 al igual que la conductividad donde hubo un incremento de dicho parámetro con un valor de 431 uS/cm, la cual fue la mayor, así mismo también se pudo visualizar que los SDT obtuvieron un incremento en su medida con un valor de 426 mg/L .

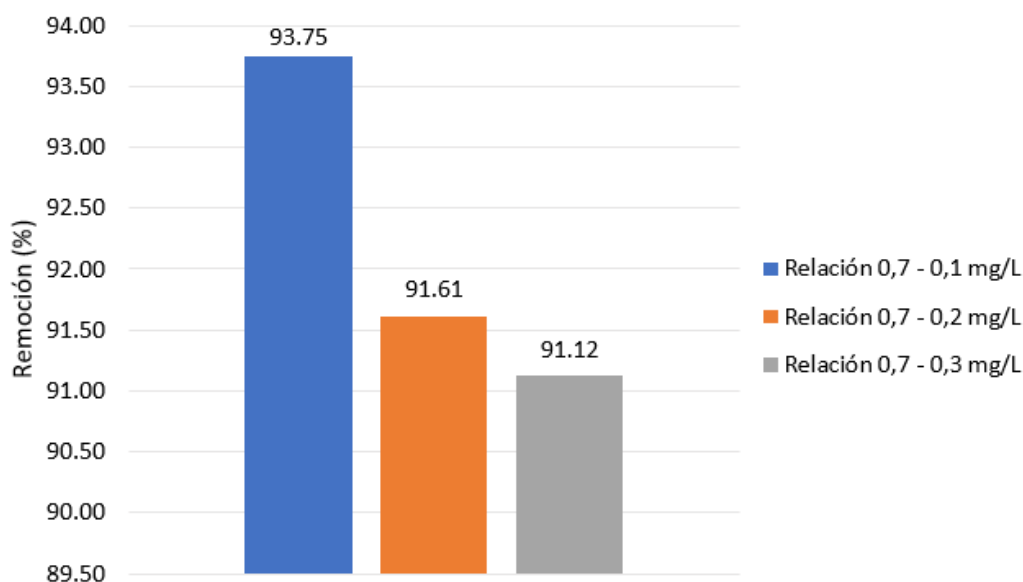


Figura N° 7: Remoción de turbidez a diferentes dosis de coagulante/floculante.

La figura N°7 demuestra que, la mejor dosis de coagulante/floculante (nopal y semilla de moringa) que permitió la clarificación de aguas del río Chiquito – Huamachuco, fue de 0,7 – 0,1 g logrando una remoción de turbidez de 93.75% con un valor de 16.63 NTU.

Posteriormente, se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas con el estadístico Friedman en el software de uso libre InfoStats, con la finalidad de hacer comparaciones estadísticas, entre las concentraciones de la relación coagulante/floculante y la remoción de turbidez, planteándonos las siguientes hipótesis:

H0: No existe diferencia significativa entre las concentraciones de la relación coagulante/floculante y la remoción. $P > 0.05$.

H1: Existe diferencia significativa entre las concentraciones de la relación coagulante/floculante y la remoción. $P < 0.05$

Se determinó que, si existe una diferencia significativa entre las concentraciones de la relación coagulante/floculante y la remoción de turbidez, con p valor = 0.0001 y un nivel de confianza del 95% por lo que se acepta la Hipótesis Alternativa. Por lo cual, estadísticamente se demuestra que la remoción de turbidez varía dependiendo los niveles de concentración empleados.

Tabla N°6: Correlación de Pearson entre coagulante/floculante y remoción.

		<i>Dosis (g)</i>	<i>Remoción (%)</i>
	<i>Correlación de Pearson</i>	1	-,942
<i>Dosis (g)</i>	<i>Sig. (bilateral)</i>		,017
	<i>N</i>	3	3
	<i>Correlación de Pearson</i>	-,942	1
<i>Remoción (%)</i>	<i>Sig. (bilateral)</i>	,027	
	<i>N</i>	3	3

Fuente: Elaboración propia, IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla N°6 se puede apreciar que se elaboró una prueba de Correlación con el estadístico Pearson, entre la dosis de coagulante/floculante y la remoción de turbidez, cuyos datos arrojaron un valor de $R = -0,942$ con un $p = ,0217$, siendo una correlación inversa “Muy Alta” por lo que, podemos deducir que a más concentración de floculante habrá una menor remoción de turbidez en mi muestra, y viceversa.

4.3. Evaluar el mejor tiempo de reducción de turbidez en la clarificación de las aguas río Chiquito – Huamachuco empleando los mejores valores de dosis y proporción coagulante/floculante.

Tabla N°7: Prueba de normalidad para el mejor tiempo de remoción de turbidez.

<i>Prueba de normalidad Shapiro-Wilk</i>		
	<i>Estadístico</i>	<i>Sig.</i>
<i>Tiempo (min)</i>	,993	,972
<i>Turbidez Final</i>	,963	,799
<i>Remoción (%)</i>	,963	,799

Fuente: Elaboración propia, IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla N°7 se puede apreciar que se elaboró una prueba de normalidad con el estadístico Shapiro – Wilk, cuyos datos arrojaron un $p > 0,05$ con un valor de 0,972 resaltando una distribución normal de nuestros datos obtenidos y no se encontró ninguna alteración en las muestras realizadas, dando así, más validez a nuestra investigación.

Tabla N°8: Remoción de turbidez empleando la mejor dosis coagulante (*Opuntia ficus-indica*) a 0,7 g.

Dosis (g)	Tiempo (min)	Turbidez (NTU)		Remoción (%)
		Inicial	Final	
0,7	Testigo	272	19.8	43.3
	10	272	258	5.1
	20	272	231	15.1
	30	272	202	25.7
	40	272	142	47.8
	Sedimentación	272	21.32	92.2

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N°8 presenta los resultados del tiempo de remoción de la turbidez de agua del río Chiquito – Huamachuco, se empleó la mejor dosis del coagulante (Opuntia ficus-indica) la cual fue 0,7 g. En la muestra inicial, se registró un valor de turbidez de 272 NTU, la cual excedía significativamente los Límites Máximos Permitidos (LMP) establecidos.

Para el análisis de tiempo de la remoción de turbidez, se midió la muestra cada 10 minutos, donde se empleó una duración de 40 minutos, así mismo se logró evidenciar el tiempo óptimo que logró la mejor remoción de turbidez para la clarificación de aguas del río Chiquito - Huamachuco.

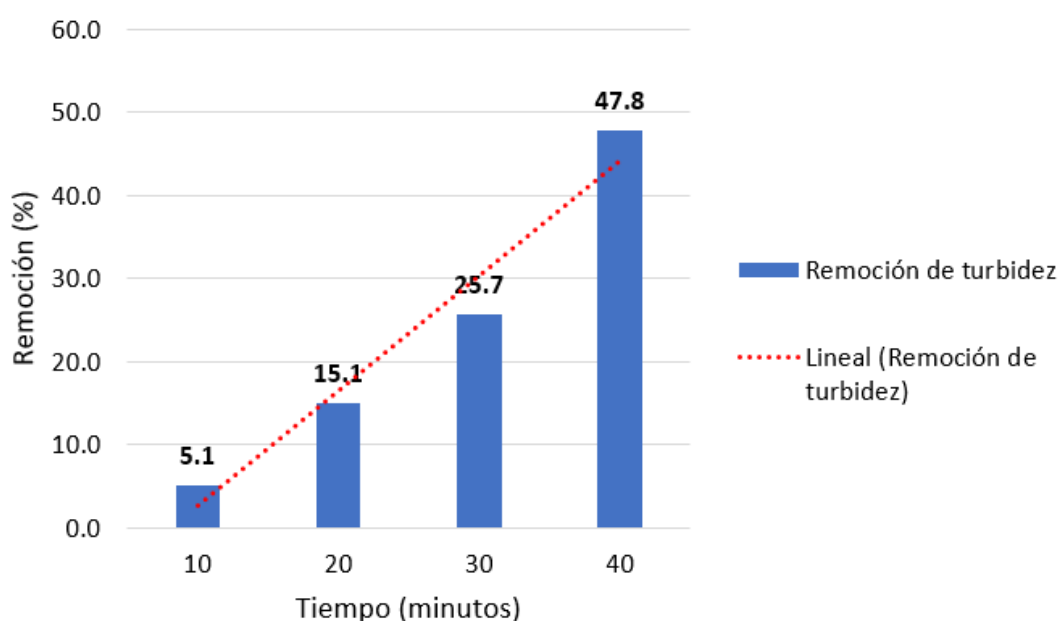


Figura N°8: Tiempo de remoción de turbidez empleando la mejor dosis.

La figura N° 8 muestra el tiempo de la remoción de turbidez con una dosis de coagulante (Opuntia ficus-indica) de 0,7 g. Se observó que el tiempo en el que hay una mayor remoción fue en el minuto 40. Se registró una remoción de 47.8% lo que equivale un valor de 142 NTU correspondientemente. A partir de los 40 minutos hacia adelante, se pudo apreciar que, la sedimentación recibe el mayor trabajo para su remoción debido al tiempo que conlleva su trabajo, en este caso al momento de tomar su tiempo se pudo visualizar una mejor claridad de esta misma.

Tabla N°9: Remoción de turbidez empleando la mejor relación coagulante/floculante.

Dosis (g)	Tiempo (min)	Turbidez (NTU)		Remoción (%)
		Inicial	Final	
0,7 - 0,1	Testigo	269	15.9	44.25
	10	269	247	8.2
	20	269	209	22.3
	30	269	121	55.0
	40	269	95	64.7
	Sedimentación	269	18.1	93.3

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N°9 presenta los resultados del tiempo de remoción de la turbidez de agua del río Chiquito – Huamachuco, se empleó la mejor relación coagulante/floculante (Opuntia ficus-indica y Moringa Oleífera) la cual fue 0,7:0,1 g. En la muestra inicial, se registró un valor de turbidez de 269 NTU, la cual excedía significativamente los Límites Máximos Permitidos (LMP).

Para evaluar el tiempo necesario para eliminar la turbidez, se tomaron mediciones de la muestra cada 10 minutos durante un período de 40 minutos. De esta manera, se pudo determinar el tiempo óptimo que logró la máxima reducción de turbidez para aclarar el agua del río Chiquito - Huamachuco.

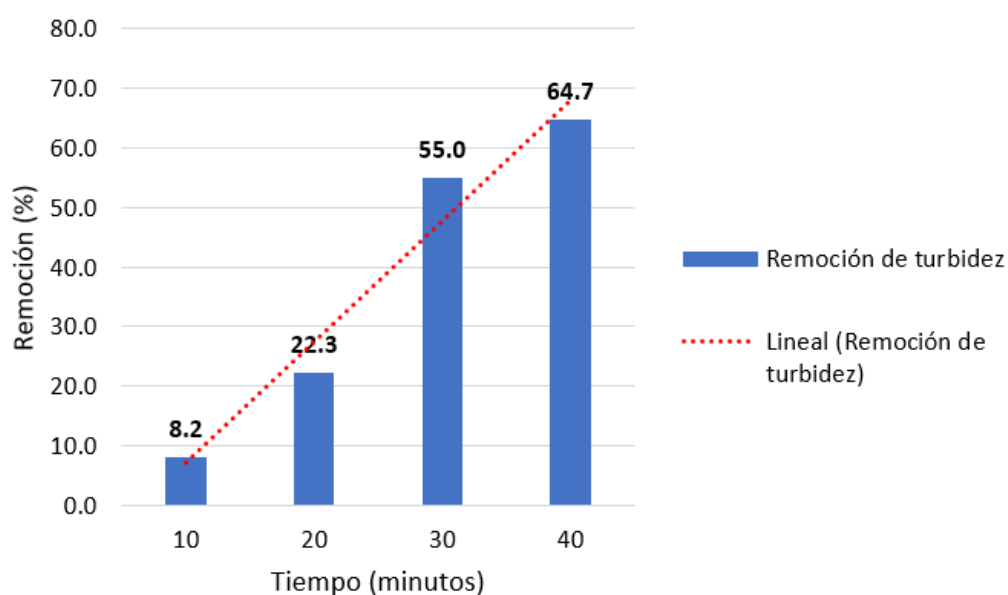


Figura N°9: Remoción de turbidez con la mejor relación coagulante/floculante de 0,7-0,1 g.

La figura N°9 muestra el tiempo de la remoción de turbidez empleando la mejor relación coagulante/floculante (Opuntia ficus-indica y Moringa Oleífera) de 0,7:0,1 g. Se observó que el tiempo en el que hay una mayor remoción fue en el minuto 30, registrando una remoción de 55% lo que equivale un valor de 121 NTU correspondientemente. Después pasados los 40 minutos, se observó que la sedimentación complementa el mayor esfuerzo para su eliminación debido al tiempo que lleva su proceso. En este caso, al permitir que el tiempo transcurriera, se notó una mejor claridad en el proceso de sedimentación.

Tabla N°10: *Tiempo de remoción de turbidez en la sedimentación de la relación coagulante/floculante 0,7:0,1 g.*

Dosis (g)	Tiempo (min)	Turbidez (NTU)		Remoción (%)
		Inicial	Final	
0,7 - 0,1	5	269	81.3	69.8
	10	269	46.3	82.8
	15	269	24.8	90.8
	20	269	20.9	92.2
	25	269	18.1	93.3
	30	269	18.1	93.3

Fuente: Elaboración propia.

La tabla N°10 presenta los resultados del tiempo de remoción de la turbidez de agua del río Chiquito – Huamachuco, donde empleó la mejor relación coagulante/floculante (Opuntia y semilla de Moringa) la cual fue 0,7:0,1 g. Se se registró un valor de turbidez inicial de 269 NTU, la cual excedía significativamente los Límites Máximos Permitidos (LMP). Se tomaron mediciones cada 5 minutos durante un período de 30 minutos. De esta manera, se pudo determinar el mejor tiempo de la sedimentación que logró la máxima reducción de turbidez para aclarar el agua del río Chiquito.

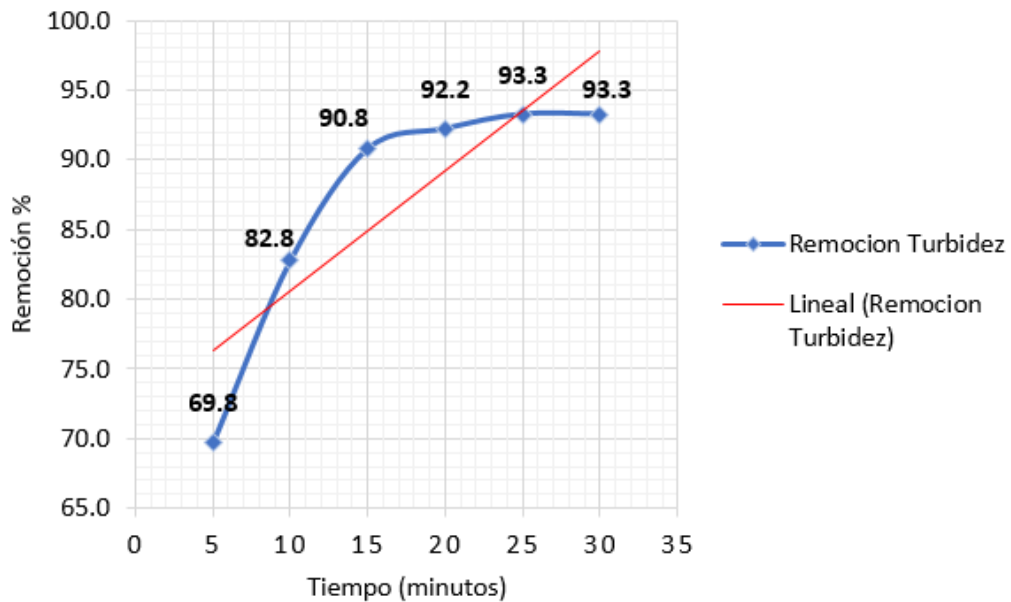


Figura N°10: Tiempo de remoción de turbidez en la sedimentación de la relación coagulante/floculante 0,7:0,1 g.

La figura N°10 muestra el tiempo de la remoción de turbidez en la sedimentación empleando la mejor relación coagulante/floculante (Opuntia y semilla de Moringa) de 0,7:0,1g. Se observó que el mejor tiempo de sedimentación que ayuda a la remoción de la turbidez fue en el minuto 20. Registrando una remoción de 92.2% lo que equivale un valor de 20.9 NTU correspondientemente. En este caso podemos evidenciar que el mejor tiempo de sedimentación para la clarificación es menor a los 30 min.

Posteriormente, se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas con el estadístico Friedman en el software de uso libre InfoStats, con la finalidad de hacer comparaciones estadísticas, entre el tiempo y la remoción de turbidez, planteándonos las siguientes hipótesis:

H₀: No existe diferencia significativa entre el tiempo y la remoción. $P > 0.05$.

H₁: Existe diferencia significativa entre el tiempo y la remoción. $P < 0.05$.

Se determinó que, si existe una diferencia significativa entre el tiempo y la remoción de turbidez, con p valor = 0.0001 y un nivel de confianza del 95%. por lo que se acepta la Hipótesis Alternativa. Por lo cual, estadísticamente se

demuestra que la remoción de turbidez varía dependiendo los tiempos empleados en dicho proceso.

Tabla N°11: *Correlación de Pearson entre el tiempo y remoción de turbidez.*

		<i>Dosis (g)</i>	<i>Remoción (%)</i>
	<i>Correlación de Pearson</i>	1	,979*
<i>Tiempo (min)</i>	<i>Sig. (bilateral)</i>		,021
	<i>N</i>	4	4
	<i>Correlación de Pearson</i>	,979*	1
<i>Remoción (%)</i>	<i>Sig. (bilateral)</i>	,021	
	<i>N</i>	4	4

Fuente: Elaboración propia, IBM SPSS Statistics 25.

En la tabla N°11 se puede apreciar que se elaboró una prueba de Correlación con el estadístico Pearson, entre el tiempo y la remoción de turbidez, cuyos datos arrojaron un valor de $R=0,979$ con un $p=,021$, validando que existe una relación significativamente “Muy alta” entre estas dos, demostrando que el tiempo juega un papel muy importante en la remoción de la turbidez por lo que, a mayor tiempo de floculación habrá una mayor remoción.

V. DISCUSIÓN

En la tabla N°1 se observa que la turbidez del agua del río Chiquito – Huamachuco empleando un volumen de 500 ml, tuvo una reducción significativa al emplear diferentes concentraciones de coagulante natural (nopal), siendo la dosis 0,7 g la que permite su reducción en un 92,28%, por otra parte, los resultados de los demás parámetros, se determinó que no existe una influencia significativa del factor dosis en su remoción. Estos resultados son concordantes con los obtenidos por Jing & Tulip (2019, p.09) quienes, utilizando 600 ml de agua de estanques de relaves industriales y con dosis de 0,9 g lograron una remoción del 98% de turbidez, lo que se diferencia debido a las variadas velocidades de agitación, lo que provoca distintos grados de remoción. Así mismo Vidal et al. (2020, p.07), en su investigación utilizó agua de río con una cantidad baja de 300 ml, empleando como coagulante natural al nopal en diferentes concentraciones, siendo la dosis 1,9 g la cual logró una mayor remoción de su turbidez, obteniendo como resultados porcentajes entre 97 y 99,5% respectivamente, resaltando la importancia de cambiar el tiempo, por lo que utilizó diferentes revoluciones por minuto (20, 30 y 40), manteniendo una mezcla rápida constante de 125 rpm por 30 minutos, la cual beneficia constantemente en su proceso, logrando obtener mejores tiempos en su remoción. Del mismo modo que Sethu et al. (2019, p.14), pero esta vez en su investigación, se implementó una cantidad de 400 ml de efluente de las fábricas de aceite de palma, siguiendo con la misma metodología al utilizar el test de jarra, ocupando una dosis alta de 8 g y una turbidez inicial de 3250 NTU, logrando obtener una remoción de turbidez mayor de 90,7%; verificando que, los componentes que contiene los efluentes no son los mismos que de los ríos, dado que, se emplea un mayor tiempo al eliminar las partículas en suspensión. A su vez Choudhary et al (2018, p.21), destacó empleando una dosis alta de 1.5 g con 1 L como volumen de agua, abarcando 11 diferentes aguas afectadas por procesos de arenas, donde de igual manera obtuvieron valores de turbidez altos a 2524 NTU, acotando grandes porcentajes de remoción de esta misma, siendo la mayor un 98% de su remoción, resaltando, la implementación de mayores cantidades de dosis de coagulante natural pero con una gran variedad de velocidades en su proceso, lo que permite obtener diferentes resultados en la remoción de turbidez en agua cruda. No

obstante, nuestros resultados difieren con los estudios obtenidos por Herrera & Sánchez (2022, p.07), donde optaron por emplear agua de río con una cantidad de 500 ml y una turbidez inicial de 223 NTU, así mismo, se tuvo la idea de comparar al nopal con diferentes coagulantes, ocupando una dosis menor de 0,25 g; la cual obtuvo una mejor eficiencia de remoción, obteniendo como resultado un 97% de su turbidez total, resaltado que, al emplear concentraciones menores de coagulante natural (nopal), estas podrán obtener mejores resultados, Esto concuerda con Gandiwa et al. (2020, p.160), ya que al utilizar agua cruda con un valor bajo de 29 NTU, se efectuó comparar el nopal y emplear una dosis menor de 0,45 g la cual obtuvo una reducción de turbidez de 84,2% con un valor final de 2.4 NTU; esto evidencia que, a diferentes condiciones de turbidez inicial presentes en el agua, el coagulante natural (nopal) muestra una eficacia significativa en la remoción de la turbidez del agua sin tratar, resaltando que el nopal es efectivo empleando dosis bajas o altas.

Por otro lado, en la tabla N°2 se puede evidenciar que la turbidez del agua del río chiquito con un valor inicial de 272 NTU, tuvo una notable reducción al emplear diferentes concentraciones de la relación coagulante/floculante (nopal y semilla de moringa) utilizando un tiempo de floculación de 50 rpm por 40 minutos y un volumen de agua de 500 ml, siendo la mejor dosis 0,7–0,1 g la que logró su reducción en un 93.75%. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Riaño et al., (2019, p.13), siguiendo con el mismo procedimiento de prueba de jarras, aplicando un tiempo de floculación de 30 rpm durante 20 minutos y estableciendo cinco combinaciones naturales (altas y bajas) para la relación coagulante/floculante, siendo la de 0,5-0,6 g la que desempeño una mejor reducción de turbidez con un resultado mayor de 93.4%, demostrando que a pesar de haber usado dosis de floculante en mínimas proporciones, lo que resultó muy beneficioso para dicho tratamiento. A su vez, Olivero et al., (2018, p.73), apoya lo antes mencionado y nos indica que los resultados obtenidos en su investigación lograron eliminar más del 90% de turbidez, empleando una velocidad lenta de 60 rpm por 2 minutos y una relación coagulante/floculante de 0,18 – 0,12 g demostrando que es muy beneficioso emplear una velocidad baja, ya que facilita la unión de partículas, dando lugar a la formación de flóculos de mayor tamaño. En cambio, el autor Eichhorn (2022, p.13)

reporta que no existe una regla universal al combinar el nopal y semilla de moringa, dado que, estos son muy beneficiosos al ser combinados y al emplearlos de manera única, por lo que, en su investigación se optó por emplear diferentes concentraciones (altas y bajas), siendo la relación coagulante/ floculante de 0,2 - 0,1 g la que permitió la mayor remoción para un turbidez inicial de 139 NTU, obteniendo un valor de 98%, sin embargo, al obtener estos resultados se demostró que el tiempo de floculación y sedimentación son muy importantes, ya que intervienen directamente en estos, logrando formar mayor tamaño de flóculos, para así poder obtener un mejor tiempo óptimo para su sedimentación. Por otro lado, Duran (2021, p.20) quien de una manera diferente empleó una concentración alta de coagulante/floculante de 0,75 – 0,75 g (50-50), logrando así obtener un porcentaje de remoción de 97.2% con una turbidez final de 22.70 NTU, demostrando, que una cantidad exacta ya sea baja o alta (rpm) de coagulante o floculante no tiene un resultado directo en su proceso, dado que, no todas las velocidades son igual y no todos emplean el mismo proceso para obtener dichos coagulantes/floculantes.

De igual forma en la tabla N°3 se puede evidenciar que el mejor tiempo de la reducción de turbidez del agua del río Chiquito, empleando la mejor dosis y la mejor relación coagulante/floculante (nopal y semilla de moringa), fue la dosis de 0,7 – 0,1 g; empleando una turbidez inicial de 269 NTU, en la cual se obtuvo a la media hora de su proceso de floculación una remoción de más del 50% con un valor 121 NTU y los 20 minutos de su sedimentación ya había una remoción completa del 92.2 %. Al igual que, Eichhorn (2022, p.13) que al terminar su proceso de floculación obtuvo una remoción de turbidez de 76% al emplear una velocidad de 80 rpm, por lo que, posteriormente al culminar su proceso de sedimentación por 20 minutos, esta redujo hasta un 98% obteniendo el resultado más alto en dicha investigación, esto demuestra la importancia de los diferentes tiempos de sedimentación, floculación y sobre todo en su sedimentación, dado que, no hay un tiempo específico donde se logre obtener mejores resultados. De igual forma, Castillo & Avendaño (2020, p.13) en su investigación trabajaron con un tiempo de sedimentación de 30 minutos y una velocidad de floculación de 45 rpm; en este caso, se manifestó que al finalizar su proceso de floculación a los 15 minutos se

logró obtener una remoción de más del 50% con un valor de 64% de turbidez y posteriormente antes de la culminación de su sedimentación, alcanzaron conseguir que a los 20 min tuvo una remoción completa de 86.7%, demostrando que la duración de la sedimentación varia significativamente dependiendo el uso que le den, ya que al emplear diferentes velocidad y tiempos, estos mayormente dependen de su proceso. Por otro lado, Madjene et al., (2023, p.12), difieren con nuestra metodología y nos recomiendan emplear un tiempo de sedimentación mucho más amplio, ya que, se puede obtener novedosos resultados, demostrando en su investigación que emplearon un tiempo de sedimentación entre 15 y 90 min, descubriendo que su remoción completa fue a los 45 minutos, dando como resultado un promedio de 95.48%, lo que se diferencia debido a las variadas velocidades de agitación, lo que provoca distintos grados de remoción. No obstante, Nguyen et al., (2018, p.10), comparte lo antes mencionado y resalta que, el tiempo de floculación es crucial en dicho proceso, dado que, a menor tiempo mayor formación de floculos, ayudando asi al proceso de sedimentación, es por ello, que en su investigación optaron por implementar un tiempo óptimo de 20 minutos con un velocidad de 40 rpm y un duración en su sedimentación de 30 minutos, alcanzando al término de su floculación un 83.54% y al término de su sedimentación un 99.32%, resaltando que la mayor remoción de turbidez fue dentro de su proceso de sedimentación, confirmado asi, que los resultados varían dependiendo los tiempos empleados. Todo lo antes mencionado concuerda con Quino (2020, p.17), ya que, su proceso fue similar al de Nguyen, empleando 700 ml de agua de lago y agua residual municipal, aplicando una velocidad lenta de 40 rpm por 15 minutos y un tiempo de sedimentación de 30 minutos, pero sus resultados fueron diferentes, debido a sus resultados obtenidos, evidenciando asi una menor remoción en su proceso de floculación con resultados de 53.8% y 56.2%, en comparación a su sedimentación donde evidenciaron una mayor remoción a los 20 minutos con resultados de 99.3% y 95.44% respectivamente, destacando que al efectuar un estudio, todos los componentes utilizados son sumamente importantes, ya que, al utilizar una mayor dosis con una menor velocidad podremos alcanzar mejores resultados o viceversa.

VI. CONCLUSIONES

1. La mejor dosis evaluada de coagulante natural de nopal (*Opuntia ficus-indica*) fue 0,7 g la cual demostró una eficiencia del 92.28% en la eliminación de turbidez de las muestras de agua del río Chiquito – Huamachuco.
2. La mejor relación coagulante/floculante (*Opuntia* y semilla de *Moringa Oleífera*) fue 0,7/0,1 la cual permitió su mayor reducción en un 93.75% en la eliminación de turbidez de las muestras de agua del río Chiquito – Huamachuco.
3. El mejor tiempo de reducción de turbidez en aguas del río Chiquito – Huamachuco, empleando una relación coagulante/floculante de 0,7/0,1 en las etapas de floculación y sedimentación fueron de 30 y 20 minutos alcanzando niveles de remoción del 64,7% y 92,2% respectivamente.
4. Empleando la dosis más alta de coagulante (nopal) y la dosis más baja de floculante (semilla de moringa) se logra obtener remociones cercanas al 90% de turbidez en muestras de agua del río Chiquito – Huamachuco.

VII. RECOMENDACIONES

1. En el proceso de obtener el coagulante y floculante natural (*Opuntia ficus-indica* y semilla de moringa), es esencial seguir rigurosamente las pautas del procedimiento, ya que cualquier desviación podría afectar los resultados finales.
2. Evaluar el efecto de la velocidad de agitación sobre la remoción de la turbidez cuando se utiliza al mezclar la *Opuntia ficus indica* juntos a la semilla de moringa, dado que, pueden cambiar los resultados al finalizar su debido proceso.
3. Evaluar el posible efecto que puede tener el tamaño de partículas del coagulante/floculante (*Opuntia ficus-indica* y semilla de moringa), ya que, influye directamente en su capacidad para adsorber y neutralizar partículas en suspensión presentes en el agua.
4. Indagar sobre otros coagulantes naturales para ser incorporados junto a la semilla de Moringa Oleífera, dado que, ya es comprobado que la *Opuntia ficus-indica*, es efectivo en la remoción de turbidez junto al floculante antes mencionado.

REFERENCIAS

AGUILAR, Juan, CUBAS, Napoleón. Contaminación agrícola por uso de aguas residuales. *Review, Alfa Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinaria*. [en línea]. Abril 2021 vol. 5, no 13, p. 65-77. [Fecha de consulta: 21 de octubre de 2023] Disponible en: <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v5i13.98>

ISSN: 2664-090

ALAZAIZA, Motasem, et al. Application of Natural Coagulants for Pharmaceutical Removal from Water and Wastewater. *Review, Wastewater Treatment*. [en línea]. Enero 2022, vol. 14, n.º2. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w14020140>

ISSN: 1548-5484

ÁLVAREZ Risco, Aldo. Clasificación de las Investigaciones. Tesis (Título de Administrador). Perú: Universidad de Lima, Facultad de Ciencias Empresariales y Económicas, 2020. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12724/10818>

AMRAN, Amir, ZAIDI, Nur, MUDA, Khalida, LOAN, Liew. Effectiveness of Natural Coagulant in Coagulation Process. *Review, Engineering and Technology*. [en línea]. Octubre 2018, vol. 7, n.º7. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.9.15269>

ISSN: 1754-2458

ANDERSON, Elizabeth, et al. Understanding rivers and their social relations: A critical step to advance environmental water management. *Review, Wires Water*. [en línea]. Septiembre, 2019, vol. 6, n.º6. [Fecha de consulta: 21 junio de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/wat2.1381>

ISSN: 2049-1948

AHMED, Ibrahim. Improvement of removal efficiency of water supply plant by using polyelectrolyte type LT-22 with alum. *Review, Materials Today: Proceedings* [en línea]. Noviembre, 2021, vol. 42, n.º5. [Fecha de consulta: 6 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320399211>.

ISSN: 2214-7853

BARRETO, Juan, RUIZ, Lida, VARGAS, Diana, GOMEZ, Sandra. Evaluación De Coagulantes Naturales en La Clarificación De Aguas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. [en línea]. Noviembre 2020, vol. 11, n°1. [Fecha de consulta: 25 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.22490/21456453.3081>
ISSN: 2145-6453

BAQUERIZO, Martha, ACUÑA, María, SOLIS, Edith. Contaminación de los ríos: caso río Guayas y sus afluentes. *Revista, Contaminación de los ríos*. [en línea]. Enero 2019, vol.16, n°1. [Fecha de consulta: 22 mayo de 2023]. Disponible en: <https://erp.untumbes.edu.pe//revistas/index.php/manglar/article/view/118/241>.
ISSN:2414-1046

CASTAÑEDA, María. La científicidad de metodologías cuantitativa, cualitativa y emergentes. *Revista Digital de Investigación* [en línea]. Enero-Junio 2022, vol.16, n°1. [Fecha de consulta: 10 junio de 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2223-25162022000100006&script=sci_arttext&tIng=en.
ISSN: 2223-2516

CASTILLO, Marcia. Revisión sobre clarificación del agua y el uso de semillas de moringa, *Moringa oleífera* Lam. *Revista Sociedad Científica*. [en línea]. Enero - Junio 2023, Vol. 28, n°1. [Fecha de consulta: 10 junio de 2023]. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2617-47312023000100169
ISSN: 2617-4731

CASTILLO, Marcial, AVENDAÑO, Edgardo. Efecto de las semillas de moringa (*Moringa oleífera* lam.) en las condiciones para la clarificación del agua del río sama. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. [en línea]. Enero 2020, vol. 86, no 1. [Fecha de consulta: 13 septiembre 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2020000100047
ISSN: 1810-634X

CERVANTES, Matías, LÓPEZ, Servando, PÉREZ, Diana, GARCIA, Ivan. El aluminio empleado en el tratamiento de aguas residuales y su posible relación con

enfermedad de Alzheimer. *Review, Journal of Negative and No Positive Results*. [en línea]. Diciembre 2018, Vol 2, n°2. [Fecha de consulta: 20 junio de 2023]. Disponible en: 3. <https://doi.org/https://doi.org/10.19230/jonnpr.1704>
ISSN: 2529-850X

CHOUDHARY, Manisha; RAY, Madhumita B.; NEOGI, Sudarsan. Evaluation of the potential application of cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a bio-coagulant for pretreatment of oil sands process-affected water. *Review, Separation and Purification Technology Separation and Purification Technology*, 2019, vol. 209, n°2. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586618316046>
ISSN: 1383-5866

DURAN, Diony. Efecto de penca de tuna (*Opuntia ficus-indica*) con semilla de moringa (*Moringa Oleífera*) como coagulante natural para disminuir la turbidez del agua en el reservorio de la Jass del centro poblado de vichaycoto, Huánuco. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental). Perú: Universidad de Huánuco, 2021. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5373>

EICHHORN, Christian, WECKMULLER, Sina, URBAN, Wilhelm. Natural Flocculant from a Combination of Moringa oleifera Seeds and Cactus Cladodes (*Opuntia ficus-indica*) to Optimize Flocculation Properties. *Review, Water*. [en línea]. Noviembre 2022, vol.14, n°11. [Fecha de consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w14213570>
ISSN: 20734441

FATHI, Ehsan, RASOOL, Zmani, RAFAT, Bidaki. Water quality evaluation using water quality index and multivariate methods, Beheshtabad River, Iran. *Review, Applied Water Science*. [en línea]. Octubre 2018, vol. 8, n°7 [Fecha de consulta: 18 junio de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0859-7>
ISSN: 2190-5495

FARHAD Mirzaei, ABBASI, Yasser, SOHRABI, Teymour. Modeling the distribution of heavy metals in lands irrigated by wastewater using satellite images of Sentinel-2. *Review, The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. [en línea].

Diciembre 2021, vol 24, n°3. [Fecha de consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982321000223>.

ISSN: 1110-9823

FÚQUENE, Diana, YATE, Andrea. Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales. *Revista Working Paper*. [en línea]. Octubre 2018, vol, 2, n°1. [Fecha de consulta: 10 junio de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2771>

GANDIWA, Bruce, et al. Optimisation of using a blend of plant based natural and synthetic coagulants for water treatment:(Moringa Oleifera-Cactus Opuntia-alum blend). *Review, South African Journal of Chemical Engineering*. [en línea] Octubre 2020, vol. 34, n°4 [Fecha de consulta: 14 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2020.07.005>

ISSN: 1026-9185

HERRERA, Michael, SANCHEZ, Giancarlo, DIAZ, Julian, CALDERON, Marilu. Comparison of efficiency in the removal of turbidity in surface waters of the Mashcón river through the dosage of Solanum tuberosum starch, Salvia hispanica mucilages and Opuntia ficus-indica in the province of Cajamarca. *Review, Exponential Technologies and Global Challenge*. [en línea]. Diciembre 2022, vol. 1, n°1. [Fecha de consulta: 15 junio 2023]. DOI: [10.18687/LEIRD2022.1.1.197](https://doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.197)

ISSN: 2414-6390

HUAMAN, Shanndy, LUCEN, Musye, PAREDES, Mariela. Evaluación de la calidad del agua de la Laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima – Perú). *Revista South Sustainability*. [en línea]. Julio – Diciembre 2020, vol.1, n° 2, p. 72. [Fecha de consulta: 05 junio de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.21142/SS-0102-2020-019>

ISSN: 2708-7077

JASIM, N., AZEEZ, M., SHAMKHI, A. comparative study of different coagulants used in treatment of turbid water. *Review, Scopus*. [en línea]. Enero 2022, vol. 12, n°1. [Fecha de consulta: 22 junio 2023]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85143879506&origin=resultslist&sort=plf->

[f&src=s&st1=A+comparative+study+of+different+coagulants+used+in+treatment+of+turbid+water&sid=ceb5727094dafa44727470bf50080d42&sot=b&sdt=b&sl=92&s=TITLE-ABS-KEY%28A+comparative+study+of+different+coagulants+used+in+treatment+of+turbid+water%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=.](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586618325437)

ISSN: 1248-8457

JING, Wan, CHAKRABORTY, Tulip, CHUMBAO, Xu, MADHUMITA, Ray. Treatment train for tailings pond water using *Opuntia ficus-indica* as coagulant. *Review, Separation and Purification Technology*. [en línea]. Marzo 2019, vol. 211., p. 448. [Fecha de consulta: 05 junio de 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1383586618325437>.

ISSN: 1383-5864

LEI, Chaogui, WAGNER, Paul, FOHRER, Nicola. Effects of land cover, topography, and soil on stream water quality at multiple spatial and seasonal scales in a German lowland catchment. *Review, Ecological Indicators*. [en línea]. Enero 2021. vol. 120. [Fecha de consulta: 20 junio de 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X20308797>.

ISSN: 1470-160X

MADJENE, Fadir, BENHABILES, Odar, BOUTRA, Alma, BENCHALID, Marisca. Coagulation/flocculation process using *Moringa oleifera* bio-coagulant for industrial paint wastewater treatment: optimization by D-optimal experimental design. *Review, International of Environmental Science and Technology*. [en línea]. Julio 2023, vol. 1, no 1. [Fecha de consulta: 15 agosto 2023]. Disponible en <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85147651983&doi=10.1007%2fs13762-023-04808-w&partnerID=40&md>

[85147651983&doi=10.1007%2fs13762-023-04808-w&partnerID=40&md](https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85147651983&doi=10.1007%2fs13762-023-04808-w&partnerID=40&md)

ISSN 1735-1472

MEZA, Leones, RIAÑO, Katerine, MERCADO, Iván, OLIVERO, Rafael, JURADO Mario. Evaluación del poder coagulante del sulfato de aluminio y las semillas de *Moringa oleifera* en el proceso de clarificación del agua de la ciénaga de Malambo-Atlántico. *Review, UIS Ingenierías*. [en línea]. Febrero 2018, Vol 17, n°2 [Fecha de consulta: 10 junio de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.18273/revuin.v17n2-2018009>

ISSN: 2145-8456

NAGUA, Daniel, GRANDA, Andrea, DAQUILEMA, Brígida. Ciencia como medio para alcanzar el conocimiento científico. *Revista Sociedad & Tecnología*. [en línea]. Enero 2019, vol.1 n° 1, p. 6. [Fecha de consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.51247/st.v1i1.83>

ISSN: 2773-7349

NGUYEN, Hoa. COA, Hue. Enhanced water treatment by Moringa oleifera seeds extract as the bio-coagulant: role of the extraction method. Review, *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua*. [en línea]. Noviembre 2018, vol. 67, no 7. [Fecha de consulta: 15 agosto 2023]. Disponible en <https://iwaponline.com/aqua/article/67/7/634/64015/Enhancedwater-treatment-by-Moringa-oleifera-seeds>

ISSN 2709-8028

OLIVERO, Rafael, FLÓREZ, Alexy, VEGA, Luis, VILLEGAS, Glenda. Evaluación de una mezcla para coagulantes naturales, Opuntia ficus y Moringa oleífera en clarificación de aguas. *Review, Produccion + limpia* [en línea]. Junio, 2018, vol. 12, no. 2. [Fecha de consulta: 9 octubre 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-04552017000200071&script=sci_abstract&lng=es.

ISSN: 1909-0455

OKOLO Bernard, et al. Coagulation kinetic study and optimization using response surface methodology for effective removal of turbidity from paint wastewater using natural coagulants. *Review, Scientific African*. [en línea]. Noviembre 2021, Vol. 14, n°1. [Fecha de consulta: 15 junio 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2468227621002635>.

ISSN: 2468-2276

QUINO, Daniel. Evaluation of wastewater under treatment at different coagulation-flocculation temperatures with seeds of Peach (*Prunus pérsica*), Prickly pear (*Opuntia ficus indica*) and Potato peel (*Solanum tuberosum*) from the Jillusaya river. *Review, APTHAPI*. [en línea]. Abril 2020, vol. 6, n° 1. [Fecha de consulta: 10 de Octubre de 2023] Disponible en:

http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-03042020000100009&lng=es&nrm=iso

ISSN 2519-9382

RIAÑOS, Katerine, MEZA, Maria, MERCADO, Ivan. Clarificación del agua de un humedal usando una mezcla de coagulantes naturales. *Review, DINA*. [en línea]. Junio, 2019, vol. 86, no. 209. [Fecha de consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0012-73532019000200073&script=sci_arttext

ISSN: 0012 – 7353

RODRÍGUEZ, James, FUENTES, Miguel, BELEÑO, David, MONTOYA, Luis. Electrocoagulación como alternativa de tratamiento de aguas residuales mixtas originadas en la industria del procesamiento de lácteos y cárnicos. *Review, Tecnura* [en línea]. Junio, 2021, vol. 25, no. 67, [Fecha de consulta: 7 octubre 2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2021000100026&lang=es.

ISSN: 0123-921X

SIEBERZ, Julia, ELIF, Çinar, WOHLGEMUTH, Kathery y GERHARD Schembecker. Clarification of a monoclonal antibody with cationic polyelectrolytes: Analysis of influencing parameters. *Review, Biochemical Engineering Journal* [en línea]. Junio, 2017, vol. 122, no.54, [Fecha de consulta: 6 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369703X17300566>.

ISSN: 1873-295X

SULCA, Liduvina. Bioestimulantes y biofungicidas en el control de la mancha necrótica en *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. distrito de Tarata. Tesis (Título de Ingeniero Agrónomo). Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2022 Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5373>

SMOTRAIEV, Roman, et al. Comparison of wastewater coagulation efficiency of pre-polymerised zirconium and traditional aluminium coagulants. *Review, Journal of Water Process Engineering*. [en línea] Junio 2022, vol. 47, nº3. [Fecha de consulta: 14 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2022.102827>

ISSN: 2214-7144

SETHU, Vasanthi, SELVARAJOO, Anurita, WEI, lee, LIM, Goh. Opuntia Cactus como nuevo biocoagulante para el tratamiento del efluente de las fábricas de aceite de palma (POME). *Review, Entorno energético*. [en línea]. Julio 2019, vol. 09, n°11. [Fecha de consulta: 20 junio 2023]. Disponible en: <https://www.akademiabaru.com/submit/index.php/progee/article/view/1055>

ISSN: 2600 - 7762

VALVERDE, Karina, SOUZA, Ednei, POMINI, Armando, YAMAGUCHI, Natalia, BERGAMASCO, ROSANGELA. Combined water treatment with extract of natural Moringa oleifera Lam and synthetic coagulant *Review, Environment & Water*. [en línea]. Diciembre 2018, vol. 1, n°1. [Fecha de consulta: 15 agosto 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2135>

ISSN 1980-993X

VARA, Saritha, MANJO, Kumar, BHAVYA, Kavitha. Exploring natural coagulants as impending alternatives towards sustainable water clarification: A comparative studies of natural coagulants with alum. *Review, Journal of Water Process Engineering*. [en línea]. Diciembre, 2019, vol. 32. [Fecha de consulta: 22 junio de 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714419310189>.

ISSN: 2214-7744

TOUAHRIA, Soraya, HAZOURLI, Sabir, TOUAHRIA, Khedidja, EULMI, Amina. Clarification of Industrial Mining Wastewater Using Electrocoagulation. *Review, International Journal of Electrochemical Science*. [en línea]. Enero, 2017, vol. 11, n°7. [Fecha de consulta: 6 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1452398123175924>.

ISSN 1452-3981

VARGAS, Juan, VARGAS, Gabriela, SUPPE, Nicole. Caracterización físico-química, microscópica de barrido y dispersión de rayos x del mucílago de cladodios de Opuntia ficus indica en la región alta de Tacna. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. [en línea]. Septiembre 2019, vol.85, n°3. [Fecha de consulta: 18 junio de

2023]. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2019000300003&script=sci_abstract

ISSN: 1810-634X

VIDAL, Tovar, MOSCOTE, Vides, VIDES, Redondo, SIERRA, Severiche. Evaluation of the coughing power of the *Opuntia ficus-indica* for removal of turbidity in waters of the Guatapuri River (Colombian Caribbean). *Review, Research, Innovation and Development in Engineering*. [en línea]. Junio 2020, vol.8, n°1. [Fecha de consulta: 18 junio 2023]. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/844/1/012003>

ISSN: 1757-894

VIVAS, H., CALDERÓN, J., MENDOZA, L., CEDEÑO, J. Remoción de contaminantes en aguas residuales mediante el polielectrolito catiónico extraído de las semillas de *Moringa oleífera*. *Revista Ingeniería Hidráulica y Ambiental* [en línea]. Mayo 2023, vol. 43, n°2, [Fecha de consulta: 23 junio 2023]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382022000200084&lang=es#B18

ISSN: 1680-0338

WATAWATI, C., SHIVAYOGIMATH, C. Treatment of Dairy Wastewater by Electrocoagulation Process Using Iron Electrodes. *Review, Lecture Notes in Civil Engineering*. [en línea]. Octubre, 2023, vol. 1, no. 1, [Fecha de consulta: 7 octubre 2023]. Disponible en: https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85172157231&doi=10.1007%2f978-981-99-4186-5_21&origin=inward&txGid=b80e12454b0e93414deb3d5208aebb66

ISSN: 2366-2557

ZENG, Y., CAI, Y., TAN, Q. y ZHOU, C. An integrated modeling approach for identifying cost-effective strategies in controlling water pollution of urban watersheds. *Review, Journal of Hydrology*. [en línea]. Febrero 2020, vol. 581, n°1. [Fecha de consulta: 22 junio 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169419311084?via%3Dihub>

ISSN: 0022-1694


ANEXOS

Anexo N°1: Tabla de Variable y Operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala /Unidad de Medición
Independiente: Dosis y relación coagulante/floculante	Coagulantes/Floculantes naturales Son extraídos de especies vegetales para ser utilizados como alternativa en los procesos de tratamientos de agua con el fin de disminuir el consumo en parte o total de los coagulantes químicos. (Rojas,2022)	Se refiere a la dosis y relación coagulante/floculante aplicados (nopál y moringa) en diferentes concentraciones, a una velocidad y tiempo de agitación que permita la clarificación del agua del río Chiquito – Huamachuco.	Dosis de coagulante (nopál)	0,5	g
				0,6	
				0,7	
			Relación Coagulante/Floculante	0,7 - 0,1	g
				0,7 - 0,2	g
				0,7 - 0,3	g
Dependiente: Clarificación de las aguas del río Chiquito - Huamachuco	La clarificación de las aguas del río Chiquito se refiere al proceso de eliminación de los sólidos suspendidos y las partículas coloidales presentes en el agua, con el objetivo de mejorar su calidad y reducir la turbidez. Esto se logra mediante la utilización de procesos de coagulación y floculación, que permiten separar y eliminar los sólidos suspendidos en el agua. (Campos,2021)	Son las propiedades fisicoquímicas, es decir las características del agua del río Chiquito – Huamachuco evaluadas antes y después de la aplicación de los coagulantes naturales para determinar la eficiencia de estos en la clarificación del río.	Parámetros fisicoquímicos	Turbidez	NTU
				SDT	mg/l
				Conductividad	µS/cm
				pH	0-14

Fuente: Elaboración propia


Anexo N°2: Fichas de recolección de datos

 Universidad César Vallejo	Recolección de muestras de agua del río Chiquito - Huamachuco	
	Muestra N° __	
TITULO	Coagulante-floculante de nopal y moringa oleífera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023	
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales	
FACULTAD DE INGENIERIA	Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental	Universidad Cesar Vallejo
DEPARTAMENTO	La Libertad	FECHA:
PROVINCIA	Sánchez Carrión	HORA
DISTRITO	Huamachuco	COORDENADAS UTM:
LUGAR DE TOMA DE MUESTRA:		
TIPO DE MUESTREO:		
TIPO DE ENVASE:		
VOLUMEN DE MUESTRA RECOLECTADA (L):		
RESPONSABLES DE LA PRUEBRA	Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo	Villanueva Kong, Tatiana


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 13580383, Telf. 947548408
 CID: 49258


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 18211090, Telf. 9528214482
 CID: 77687



 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 13129171, Telf. 9522094121
 CID: 74120

 Universidad César Vallejo	Ensayo de prueba de jarras para determinar la dosis optima del coagulante a base de nopal (Opuntia ficus-indica)								
	Ensayo de Prueba de Jarra N° 1								
TITULO				Coagulante-floculante de nopal y moringa oleifera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023					
LINEA DE INVESTIGACIÓN				Calidad y gestión de los recursos naturales					
FACULTAD DE INGENIERIA				Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental		Universidad Cesar Vallejo			
DEPARTAMENTO				La Libertad		FECHA:			
PROVINCIA				Trujillo		HORA			
DISTRITO				Victor Larco Herrera		SEDE:			
Repetición N° _									
MUESTRA:									
LABORATORIO:									
DOSIS (g):									
Agua cruda				Dosificación (ml/L)		Agua sedimentada			
Turbiedad inicial (NTU) _____				Mezcla rápida		Floculación		Sedimentación	
				Tiempo: 2 min.		Tiempo floc: 40 min.		Tiempo de sedimentación: 30 min.	
				Velocidad: 300 rpm		Velocidad: 50 rpm			
Jarra N°	pH inicial	Conductividad inicial	SDT inicial	Coagulante a base de nopal (ml/L)	Turbiedad final (NTU)	Eficiencia de remoción (%)	pH Final	Conductividad final	SDT final
RESPONSABLES DE LA PRUEBRA				Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo			Villanueva Kong, Tatiana		
RESPONSABLE DE LABORATORIO				Ing. Zavaleta Garcia, Karla Estefany					


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 13886383, Telf. 947546408
 CID: 49258


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 13210910, Telf. 952824482
 CID: 77887



 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 19129177, Telf. 9522024121
 CID: 74120

 Universidad César Vallejo	Ensayo de prueba de jarras para determinar la relacion coagulante/floculante									
	Ensayo de Prueba de Jarra N° 2									
TITULO	Coagulante-floculante de nopal y moringa oleifera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023									
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales									
FACULTAD DE INGENIERIA	Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental				Universidad Cesar Vallejo					
DEPARTAMENTO	La Libertad				FECHA:					
PROVINCIA	Trujillo				HORA					
DISTRITO	Victor Larco Herrera				SEDE:					
Repetición N° _										
MUESTRA:										
LABORATORIO:										
DOSIS (g):										
Agua cruda				Dosificación (ml/L)		Agua sedimentada				
Turbiedad inicial (NTU) _____				Mezcla rápida		Floculación		Sedimentación		
				Tiempo: 2 min.		Tiempo floc: 40 min.		Tiempo de sedimentación: 30 min.		
				Velocidad: 300 rpm		Velocidad: 50 rpm				
Jarra N°	pH inicial	Conductividad inicial	SDT inicial	Coagulante a base de nopal (ml/L)	Turbiedad final (NTU)	Eficiencia de remoción (%)	pH Final	Conductividad final	SDT final	
RESPONSABLES DE LA PRUEBRA				Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo			Villanueva Kong, Tatiana			
RESPONSABLE DE LABORATORIO				Ing. Zavaleta Garcia, Karla Estefany						


FIRMA DEL EXPERTO IMFORMANTE
 DNI N° 13886353, Telf. 947548408
 CID: 49258


FIRMA DEL EXPERTO IMFORMANTE
 DNI N° 13221090, Telf. 952824482
 CID: 77887



FIRMA DEL EXPERTO IMFORMANTE
 DNI N° 13129171, Telf. 9522094121
 CID: 74120

 Universidad César Vallejo	Ensayo de prueba de jarras para determinar el tiempo de remoción de turbidez		
	Ensayo de Prueba de Jarra N° 3		
TITULO	Coagulante-floculante de nopal y moringa oleifera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023		
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales		
FACULTAD DE INGENIERIA	Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental	Universidad Cesar Vallejo	
DEPARTAMENTO	La Libertad	FECHA:	
PROVINCIA	Trujillo	HORA	
DISTRITO	Victor Larco Herrera	SEDE:	
Repetición N° _			
MUESTRA:			
LABORATORIO:			
DOSIS (g):			
	Agua cruda	Dosificación (ml/L)	Agua sedimentada
		Mezcla rápida	Floculación
		Tiempo: 2 min.	Tiempo floc: 40 min.
		Velocidad: 300 rpm	Velocidad: 50 rpm
			Sedimentación
			Tiempo de sedimentación: 30 min.
	10	20	30
TIEMPO (MIN)			40
		Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo	Villanueva Kong, Tatiana
RESPONSABLES DE LA PRUEBRA			
		Ing. Zavaleta Garcia, Karla Estefany	
RESPONSABLE DE LABORATORIO			


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 13280383, Telf. 947548498
 CID: 49258


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 182110910, Telf. 9228214492
 CID: 77887


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 18129177, Telf. 9529094124
 CID: 74120

 Universidad César Vallejo	Ensayo de prueba de jarras para determinar el tiempo de remoción de turbidez en su sedimentación					
	Ensayo de Prueba de Jarra N° 4					
TITULO	Coagulante-floculante de nopal y moringa oleífera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023					
LINEA DE INVESTIGACIÓN	Calidad y gestión de los recursos naturales					
FACULTAD DE INGENIERIA	Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental	Universidad Cesar Vallejo				
DEPARTAMENTO	La Libertad	FECHA:				
PROVINCIA	Trujillo	HORA				
DISTRITO	Victor Larco Herrera	SEDE:				
MUESTRA:						
LABORATORIO:						
DOSIS (g):						
Agua cruda		Dosificación (ml/L)		Agua sedimentada		
		Mezcla rápida		Floculación		
Turbiedad inicial (NTU) _____		Tiempo: 2 min.		Tiempo floc: 40 min.		
		Velocidad: 300 rpm		Velocidad: 50 rpm		
TIEMPO (MIN))	5	10	15	20	25	30
RESPONSABLES DE LA PRUEBRA		Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo			Villanueva Kong, Tatiana	
VERIFICADO POR:		VERIFICADO POR:			VERIFICADO POR:	


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 13886383, Telf. 947548408
 CID: 49258


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 132110910, Telf. 9528214482
 CID: 77887


FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 DNI N° 13129177, Telf. 9529091121
 CID: 74120

Anexo N°3: Evolución por juicio de expertos

Evaluación por juicio de expertos

RESOLUCIÓN DE VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN N.° 062-2023-VI-UCV

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento “Coagulante-floculante de nopal y moringa oleífera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023.”. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez.

Nombre del juez:	Adolfo Enrique Guerrero Escobedo
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ()
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Docente de la Escuela Profesional Ingeniería Ambiental
Institución donde labora:	Universidad Cesar Vallejo
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Fichas de recolección de datos
Autor(es):	Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo Villanueva Kong, Tatiana
Procedencia:	Del autor,
Administración:	Personal
Tiempo de aplicación:	20 min
Ámbito de aplicación:	Clarificación del río Chiquito – Huamachuco



Significación:	<p>Está compuesta por dos variables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - La primera variable contiene 2 dimensiones, de 8 indicadores y 8 ítems en total. El objetivo es medir la relación de variables. - La segunda variable contiene 1 dimensión, de 4 indicadores y 4 ítems en total. El objetivo es medir la relación de variables.
----------------	---

4. Soporte teórico

- **Variable 1:** Dosis y relación coagulante/floculante

Para Rojas et al. (2022, p.20) La dosis y la relación coagulante floculante es cantidad exacta al añadir al agua durante un proceso de tratamiento, estos factores son esenciales en el ámbito de la clarificación del agua, donde la dosificación precisa de estos agentes es fundamental para lograr una eficaz eliminación de partículas suspendidas y mejorar la calidad general del agua.

- **Variable 2:** Clarificación de las aguas del río Chiquito – Huamachuco

Para Campos (2021, p.35) La clarificación de las aguas del río Chiquito se refiere al proceso de eliminación de los sólidos suspendidos y las partículas coloidales presentes en el agua, con el objetivo de mejorar su calidad y reducir la turbidez. Esto se logra mediante la utilización de procesos de coagulación y floculación, que permiten separar y eliminar los sólidos suspendidos en el agua.

Variable	Dimensiones	Definición
Dosis y relación coagulante/floculante	Dosis de coagulante (nopal)	Barreto et al., (2020, p.114) indican que la cantidad de coagulante utilizada, conocida como dosis, se refiere a la cantidad específica de agente coagulante añadida a un volumen definido de agua durante un tratamiento, siendo esencial para asegurar una reacción química efectiva en el proceso de coagulación del agua.
	Relación coagulante/floculante	Castillo (2023, p.169) afirma que, el equilibrio apropiado entre coagulante y floculante, conocido como relación coagulante/floculante, es esencial para optimizar la eficiencia del proceso, por lo que, una proporción adecuada garantiza una coagulación eficaz, seguida de una floculación óptima para mejorar la eliminación de impurezas.
Clarificación de las aguas Del río Chiquito – Huamachuco	Parámetros físico-químicos	Anderson et al., (2019, p,13) menciona que los parámetros físico-químicos hacen referencia a las mediciones y atributos que detallan las propiedades físicas y químicas de un sistema, sustancia o muestra, estos ofreciendo ofrecen datos sobre elementos como la composición, la estructura molecular.



5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario “Coagulante-floculante de nopal y moringa oleífera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023” elaborado por Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo y Villanueva Kong, Tatiana en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brindes sus observaciones que considere pertinente.

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel



Variable del instrumento: Dosis y relación coagulante/floculante

- Primera dimensión: Dosis coagulante (nopal)

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Cantidad de coagulante	1	4	3	4	
Volumen de agua	2	4	3	4	
Velocidad rápida	3	4	3	4	
Velocidad lenta	4	4	3	4	

- Segunda dimensión: Relación coagulante/floculante

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Cantidad de coagulante/floculante	1	4	3	4	
Volumen de agua	2	4	3	4	
Velocidad rápida	3	4	3	4	
Velocidad lenta	4	4	3	4	

Variable del instrumento: Clarificación de las aguas del río chiquito - Huamachuco

- Primera dimensión: Parámetros fisicoquímicos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Turbidez	4	4	3	4	
pH	5	4	3	4	
Conductividad	6	4	3	4	
Sólidos disueltos totales	7	4	3	4	



Mg. Adolfo E. Guerrero Escobedo

CTP: 77987
DIN: 18211090

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento “Coagulante-floculante de nopal y moringa oleífera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023.”. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez.

Nombre del juez:	Isidoro Valderrama Ramos
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ()
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Docente de la Escuela Profesional Ingeniería Ambiental
Institución donde labora:	Universidad Cesar Vallejo
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Fichas de recolección de datos
Autor(es):	Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo Villanueva Kong, Tatiana
Procedencia:	Del autor,
Administración:	Personal
Tiempo de aplicación:	20 min
Ámbito de aplicación:	Clarificación del río Chiquito – Huamachuco
Significación:	Está compuesta por dos variables: - La primera variable contiene 2 dimensiones, de 8 indicadores y 8 ítems en total. El objetivo es medir la relación de variables. - La segunda variable contiene 1 dimensión, de 4 indicadores y 4 ítems en total. El objetivo es medir la relación de variables.



4. Soporte teórico

- **Variable 1:** Dosis y relación coagulante/floculante

Para Rojas et al. (2022, p.20) La dosis y la relación coagulante floculante es cantidad exacta al añadir al agua durante un proceso de tratamiento, estos factores son esenciales en el ámbito de la clarificación del agua, donde la dosificación precisa de estos agentes es fundamental para lograr una eficaz eliminación de partículas suspendidas y mejorar la calidad general del agua.

- **Variable 2:** Clarificación de las aguas del río Chiquito – Huamachuco

Para Campos (2021, p.35) La clarificación de las aguas del río Chiquito se refiere al proceso de eliminación de los sólidos suspendidos y las partículas coloidales presentes en el agua, con el objetivo de mejorar su calidad y reducir la turbidez. Esto se logra mediante la utilización de procesos de coagulación y floculación, que permiten separar y eliminar los sólidos suspendidos en el agua.

Variable	Dimensiones	Definición
Dosis y relación coagulante/floculante	Dosis de coagulante (nopal)	Barreto et al., (2020, p.114) indican que la cantidad de coagulante utilizada, conocida como dosis, se refiere a la cantidad específica de agente coagulante añadida a un volumen definido de agua durante un tratamiento, siendo esencial para asegurar una reacción química efectiva en el proceso de coagulación del agua.
	Relación coagulante/floculante	Castillo (2023, p.169) afirma que, el equilibrio apropiado entre coagulante y floculante, conocido como relación coagulante/floculante, es esencial para optimizar la eficiencia del proceso, por lo que, una proporción adecuada garantiza una coagulación eficaz, seguida de una floculación óptima para mejorar la eliminación de impurezas.
Clarificación de las aguas Del río Chiquito – Huamachuco	Parámetros físico-químicos	Anderson et al., (2019, p,13) menciona que los parámetros físico-químicos hacen referencia a las mediciones y atributos que detallan las propiedades físicas y químicas de un sistema, sustancia o muestra, estos ofrecen ofrecen datos sobre elementos como la composición, la estructura molecular.



5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario “Coagulante-floculante de nopal y moringa oleífera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023” elaborado por Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo y Villanueva Kong, Tatiana en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brindes sus observaciones que considere pertinente.

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel



Variable del instrumento: Dosis y relación coagulante/floculante

- Primera dimensión: Dosis coagulante (nopa)

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Cantidad de coagulante	1	4	3	4	
Volumen de agua	2	4	3	4	
Velocidad rápida	3	4	3	4	
Velocidad lenta	4	4	3	4	

- Segunda dimensión: Relación coagulante/floculante

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Cantidad de coagulante/floculante	1	4	3	4	
Volumen de agua	2	4	3	4	
Velocidad rápida	3	4	3	4	
Velocidad lenta	4	4	3	4	



Variable del instrumento: Clarificación de las aguas del río chiquito - Huamachuco

- Primera dimensión: Parámetros fisicoquímicos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Turbidez	4	4	3	4	
pH	5	4	3	4	
Conductividad	6	4	3	4	
Sólidos disueltos totales	7	4	3	4	


Mg. Isidoro Valderrama Ramos

CTP: 49258

DNI: 19880383

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento “Coagulante-floculante de nopal y moringa oleífera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023.”. La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez.

Nombre del juez:	Víctor Andrés Kong Sandoval
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ()
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Gestión Ambiental
Institución donde labora:	Municipalidad Provincial de Virú
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala (Colocar nombre de la escala, cuestionario o inventario)

Nombre de la Prueba:	Fichas de recolección de datos
Autor(es):	Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo Villanueva Kong, Tatiana
Procedencia:	Del autor,
Administración:	Personal
Tiempo de aplicación:	20 min
Ámbito de aplicación:	Clarificación del río Chiquito – Huamachuco
Significación:	Está compuesta por dos variables: - La primera variable contiene 2 dimensiones, de 8 indicadores y 8 ítems en total. El objetivo es medir la relación de variables. - La segunda variable contiene 1 dimensión, de 4 indicadores y 4 ítems en total. El objetivo es medir la relación de variables.



4. Soporte teórico

- **Variable 1:** Dosis y relación coagulante/floculante

Para Rojas et al. (2022, p.20) La dosis y la relación coagulante floculante es cantidad exacta al añadir al agua durante un proceso de tratamiento, estos factores son esenciales en el ámbito de la clarificación del agua, donde la dosificación precisa de estos agentes es fundamental para lograr una eficaz eliminación de partículas suspendidas y mejorar la calidad general del agua.

- **Variable 2:** Clarificación de las aguas del río Chiquito – Huamachuco

Para Campos (2021, p.35) La clarificación de las aguas del río Chiquito se refiere al proceso de eliminación de los sólidos suspendidos y las partículas coloidales presentes en el agua, con el objetivo de mejorar su calidad y reducir la turbidez. Esto se logra mediante la utilización de procesos de coagulación y floculación, que permiten separar y eliminar los sólidos suspendidos en el agua.

Variable	Dimensiones	Definición
Dosis y relación coagulante/floculante	Dosis de coagulante (nopal)	Barreto et al., (2020, p.114) indican que la cantidad de coagulante utilizada, conocida como dosis, se refiere a la cantidad específica de agente coagulante añadida a un volumen definido de agua durante un tratamiento, siendo esencial para asegurar una reacción química efectiva en el proceso de coagulación del agua.
	Relación coagulante/floculante	Castillo (2023, p.169) afirma que, el equilibrio apropiado entre coagulante y floculante, conocido como relación coagulante/floculante, es esencial para optimizar la eficiencia del proceso, por lo que, una proporción adecuada garantiza una coagulación eficaz, seguida de una floculación óptima para mejorar la eliminación de impurezas.
Clarificación de las aguas Del río Chiquito – Huamachuco	Parámetros físico-químicos	Anderson et al., (2019, p,13) menciona que los parámetros físico-químicos hacen referencia a las mediciones y atributos que detallan las propiedades físicas y químicas de un sistema, sustancia o muestra, estos ofrecen ofrecen datos sobre elementos como la composición, la estructura molecular.



5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el cuestionario “Coagulante-floculante de nopal y moringa oleífera y su efecto en la clarificación de aguas del río Chiquito, Huamachuco 2023” elaborado por Gutierrez Arroyo, Marlon Eduardo y Villanueva Kong, Tatiana en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brindes sus observaciones que considere pertinente.

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel



Variable del instrumento: Dosis y relación coagulante/floculante

- Primera dimensión: Dosis coagulante (nopal)

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Cantidad de coagulante	1	4	3	4	
Volumen de agua	2	4	3	3	
Velocidad rápida	3	4	3	4	
Velocidad lenta	4	4	3	4	

- Segunda dimensión: Relación coagulante/floculante

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Cantidad de coagulante/floculante	1	4	4	4	
Volumen de agua	2	4	3	3	
Velocidad rápida	3	4	3	4	
Velocidad lenta	4	4	4	4	



Variable del instrumento: Clarificación de las aguas del río chiquito - Huamachuco

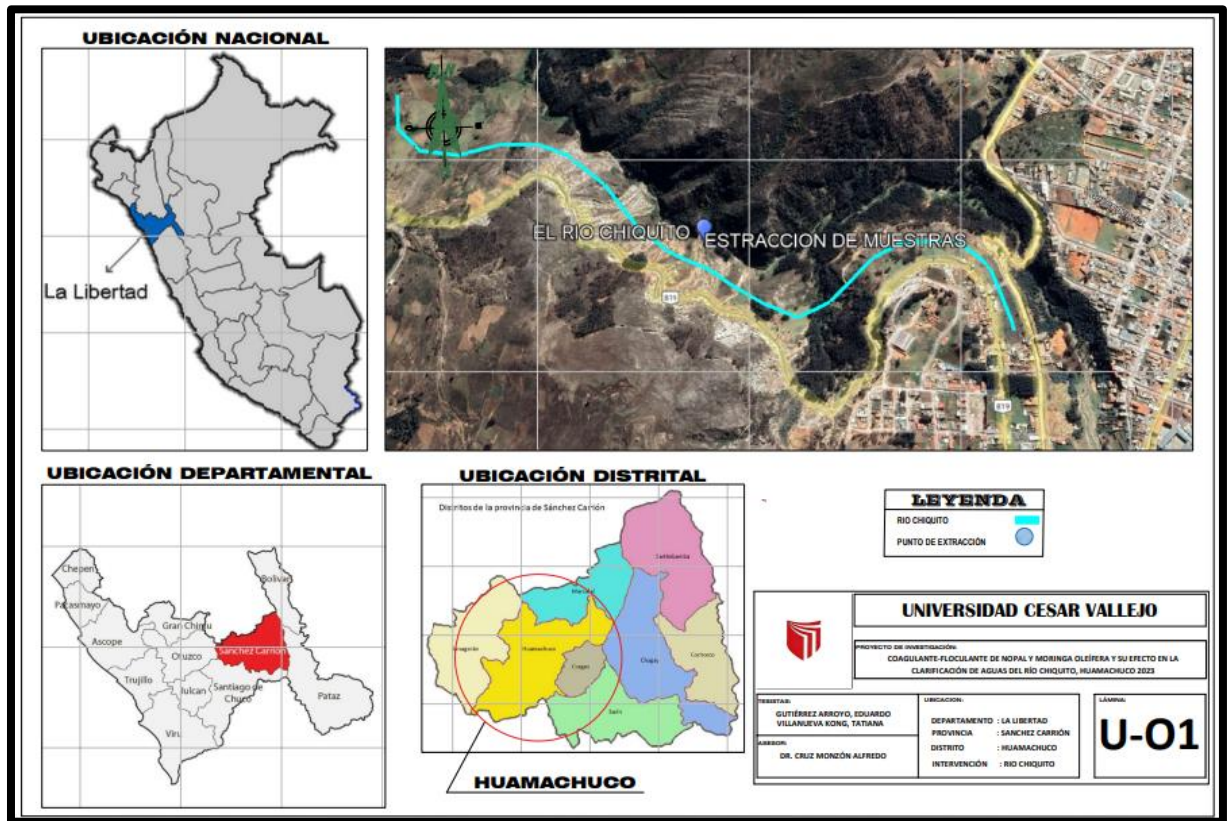
- Primera dimensión: Parámetros fisicoquímicos

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones
Turbidez	4	4	4	4	
pH	5	4	4	4	
Conductividad	6	4	4	4	
Sólidos disueltos totales	7	4	3	4	

Mg. Víctor A. Kong Sandoval

CIP: 74120
DNI: 18129171

Anexo N°5: Mapa de ubicación de muestreo



Anexo N°6: Toma de muestras del rio Chiquito – Huamachuco

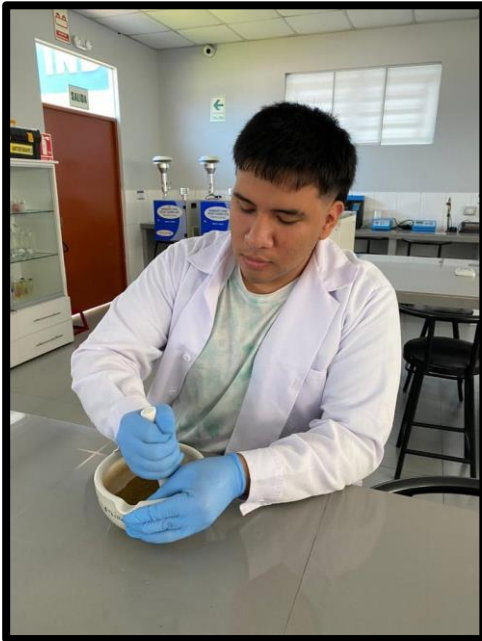


Anexo N°7: Selección de pencas de tuna

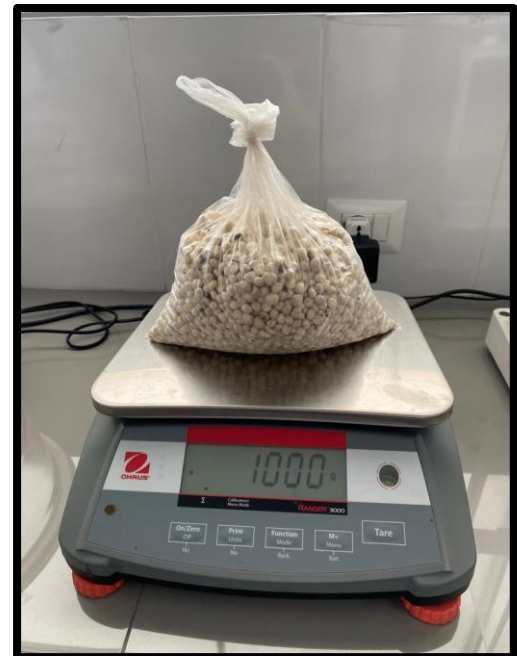
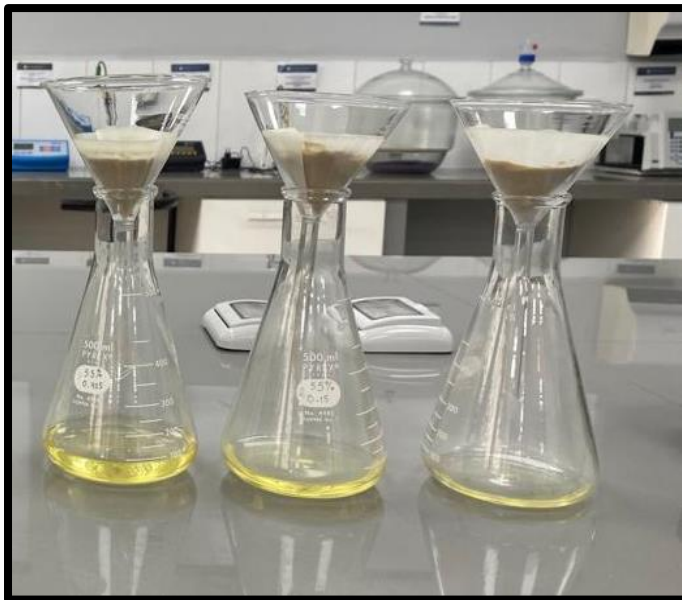


Anexo N°8: Obtención del coagulante

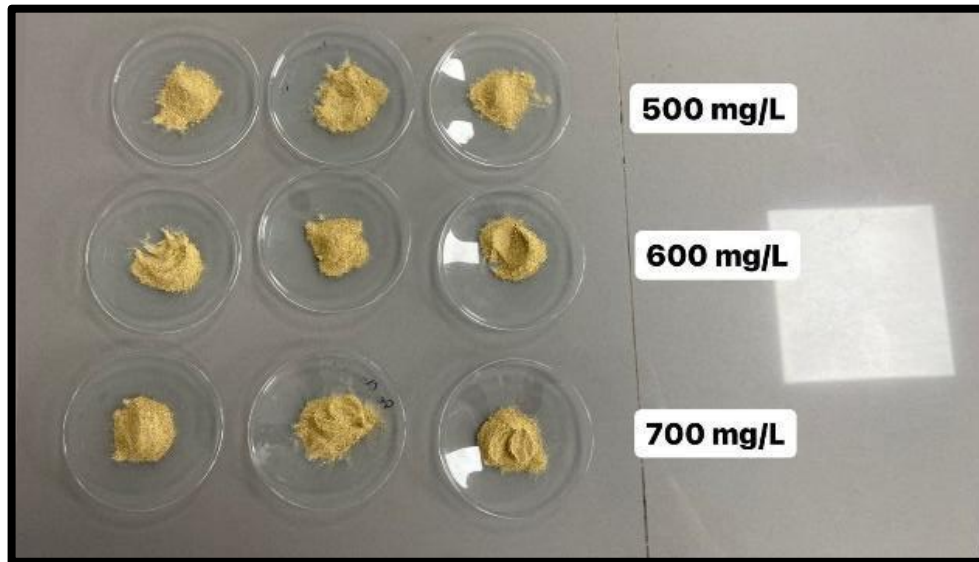




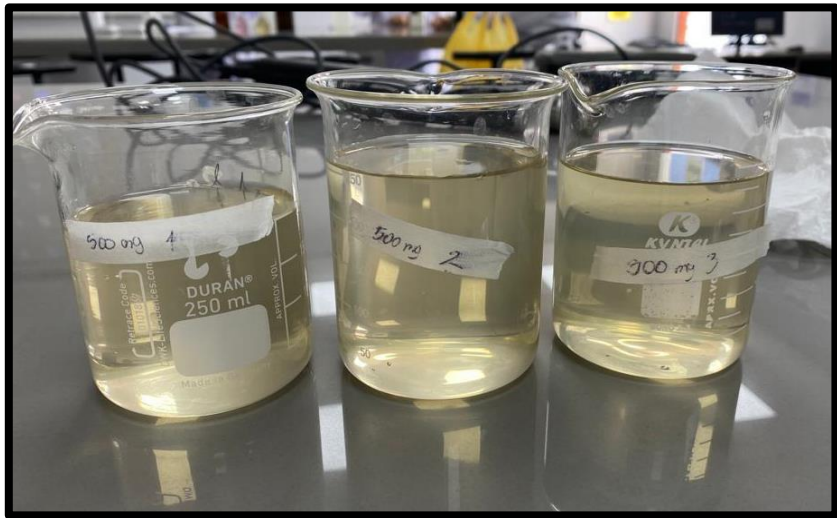
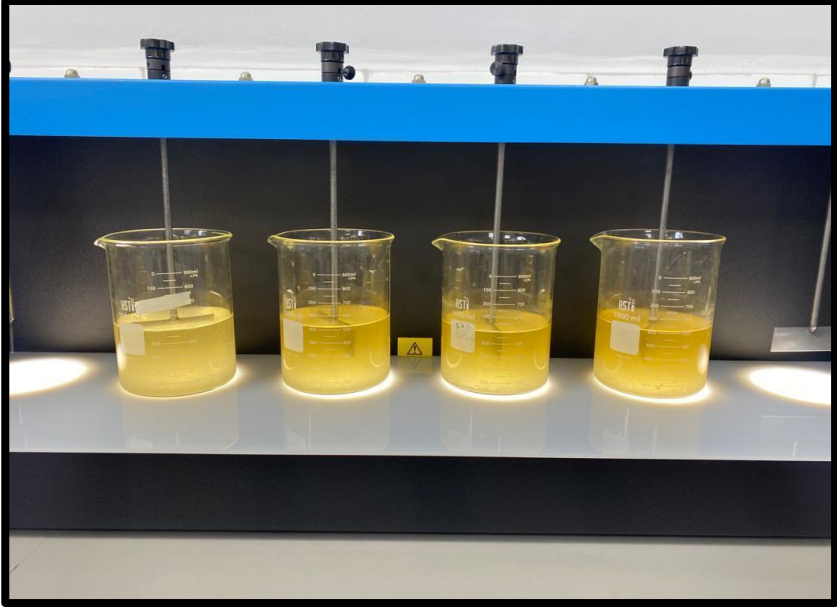
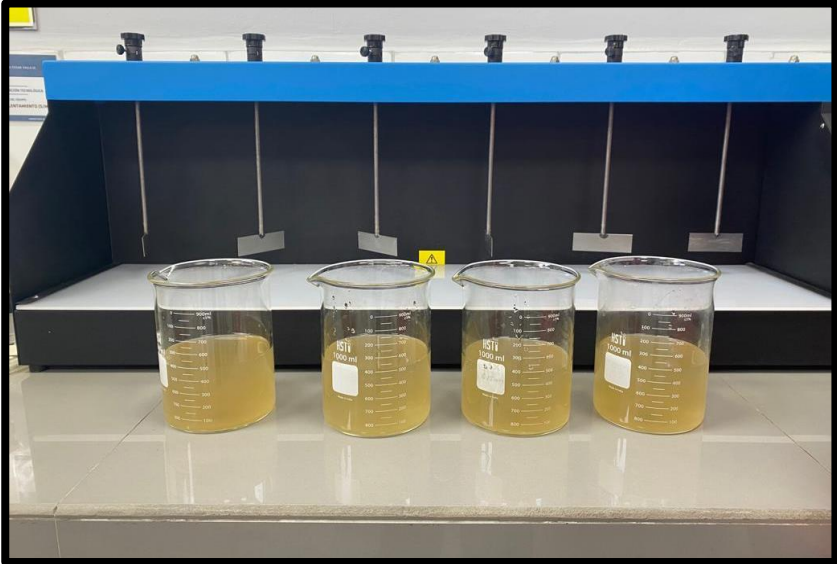
Anexo N°9: Obtención del floculante



Anexo N°10: Dosis de coagulante/floculante emplear



Anexo N°11: Prueba de test de jarras con muestras



Anexo N°12: Medición de parámetros

