



**Universidad César Vallejo**

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

**Coagulante a base de la semilla Mangifera indica para el  
tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Ambiental

**AUTOR:**

Servan Humala, Joshwa Hendricks Erasmo (orcid.org/0000-0003-4845-7723)

**ASESOR:**

Mg. Camel Paúcar, Vladimir Fernando (orcid.org/0000-0002-3618-8215)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente tesis a las personas que siempre confiaron en mí dándome fuerzas y aliento a no doblegar.

Principalmente mis padres Giovanna Humala y Erasmo Serván por sus consejos, apoyo, comprensión y amor a lo largo de mi vida que me han permitido ser una persona de bien; a mi mamita Yolanda de la oliva por la motivación y ayuda constante que me animaba y me permitía seguir adelante; a mi asesora externa Tania Humala por su tiempo y ayuda en la realización de este proyecto; a mi tía Liliana que con sus buenos deseos y palabras de fortaleza me ayudaban a sentirme confiado y seguro de mi persona.

Y por último dedicar este momento tan importante e inolvidable en mi vida a mí mismo porque a pesar de ser una persona con habilidades diferentes no me dejé vencer y seguí adelante contra todo pronóstico para lograr mi objetivo.  
¡Yo soy un triunfador!

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios porque me ha dado fortaleza, sabiduría y perseverancia.

Gracias a mi alma mater por haberme permitido formarme en ella y a mis catedráticos por el conocimiento que adquirí durante los 5 años de estudio.

En especial agradecer a mi asesor Dr. Vladimir Camel Paucar por guiarme en la realización de este proyecto de tesis. A los catedráticos e Ingenieros Dra. Rita Cabello Torres, Ing. Rubén Munive Cerrón y Ing.

Daniel Neciosup que Dios los bendiga.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, CAMEL PAUCAR VLADIMIR FERNANDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Coagulante a base de la semilla del Mangifera indica para el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas", cuyo autor es SERVAN HUMALA JOSHWA HENDRICKS ERASMO, 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.

LIMA, 18 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
CAMEL PAUCAR VLADIMIR FERNANDO <b>DNI:</b> 71271603 <b>ORCID:</b> 0000-0002-3618-8215	Firmado electrónicamente por: VCAMELP el 20-07- 2023 09:21:12

Código documento Trilce: TRI - 0598188



**Declaratoria de Originalidad del Autor**

Yo, SERVAN HUMALA JOSHWA HENDRICKS ERASMO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Coagulante a base de la semilla del Mangifera indica para el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
SERVAN HUMALA JOSHWA HENDRICKS ERASMO DNI: 48417762 ORCID: 0000-0003-4845-7723	Firmado electrónicamente por: HSERVANHU24 el 24- 07-2023 16:10:50

Código documento Trilce: INV - 1264930

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR.....	v
Índice del Contenido.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Índice de abreviaturas.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.3. Población, muestra y muestreo.....	10
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV.RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIONES.....	25
VI. CONCLUSIONES.....	26
VII. RECOMENDACIONES.....	27
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
ANEXOS.....	37

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Nombre de técnicas e instrumento.....	10
<b>Tabla 2.</b> Validación por juicio de expertos.....	12
<b>Tabla 3.</b> Códigos de factores de operación del Diseño Box Benhken.....	16
<b>Tabla 4.</b> Determinación bioquímica y caracterización de humedad y % de cenizas de la harina de semillas de mango.....	18
<b>Tabla 5.</b> Análisis estadístico del efecto de pH, dosis y tiempos de floculación.....	19
<b>Tabla 6.</b> ANOVA del efecto de pH, tiempo y dosis de coagulante en el agua residual doméstica.....	22
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza.....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> El árbol de <i>Mangifera indica</i> L.....	4
<b>Figura 2.</b> Esquema de propuestas de procedimiento.....	13
<b>Figura 3.</b> Estructura de la semilla de <i>Mangifera indica</i> L.....	14
<b>Figura 4.</b> El ejemplo del diseño de Box Benhken.....	16
<b>Figura 5.</b> La fórmula de la variación de turbidez.....	17
<b>Figura 6.</b> Análisis estadístico del efecto de pH, dosis y tiempos de floculación.....	20
<b>Figura 7.</b> Gráficos de superficie y contorno de la turbidez final.....	19
<b>Figura 8.</b> Gráficos de superficie y contorno de la remoción.....	23



## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

NTU: Unidades Nefelométricas de Turbidez

ECA: Estándares de Calidad Ambiental

DQO: Demanda Química del Oxígeno

DBO<sub>5</sub>: Demanda Bioquímica de Oxígeno

SST: Sólidos Suspendedos Totales

ST: Sólidos Totales

TRH: Tiempo de Retención Hidráulico

LMP: Límite Máximo Permisible

CPSM: Concentrado proteínico de semilla de mango

CEPT: Tratamiento primario mejorado químicamente

WTS: Lodos de tratamientos de agua

## RESUMEN

Tratar el agua residual doméstica ayuda a mejorar el uso sostenible de un recurso que cada vez se hace más escaso, siendo de gran importancia el uso de moléculas que ayuden a remover la turbidez, además de mejorar la calidad fisicoquímica y biológica del agua. En tal sentido, esta tesis tuvo como objetivo evaluar el coagulante de la semilla *Mangifera indica* L. y la incidencia del tratamiento de agua residual doméstica. Para ello, se realizó un diseño experimental de Box-Benhken, y se aplicó modelos cuadráticos para las predicciones de remoción de la turbidez respecto a los parámetros evaluados de pH, Tiempo y Concentración. Como principales resultados el tratamiento de aguas residuales alcanzó una eficiencia de remoción de 93.95%, estos resultados fueron a un pH alcalino 10, asimismo los modelamientos indican que los tiempos óptimos se encuentran entre 10 y 15 minutos, con ppm entre 100 y 250. Finalmente, el estudio contribuye al desarrollo de técnicas de tratamientos de aguas residuales domésticas utilizando el coagulante orgánico.

Palabras clave: tiempo óptimo; revoluciones por minuto; eficiencia; vasos precipitados

## ABSTRACT

Treating domestic wastewater helps improve the sustainable use of an increasingly scarce resource. The use of molecules that aid in turbidity removal is of great importance in enhancing the physicochemical and biological quality of water. In this study, the objective was to evaluate the coagulant derived from the seed of *Mangifera indica* L. and its effectiveness in domestic wastewater treatment. To achieve this, a Box-Behnken experimental design was implemented, and quadratic models were used to predict turbidity removal based on the assessed parameters: pH, time, and concentration. The main findings revealed a wastewater treatment efficiency of 93.95%. These results were achieved at an alkaline pH of 10. The modeling also suggests that optimal treatment times range from 10 to 15 minutes, with a concentration between 100 and 250 ppm. Finally, this study contributes to the development of domestic wastewater treatment techniques utilizing organic coagulants.

**Keywords:** optimal time; revolutions per minute; efficiency; Hasty vases

## I. INTRODUCCIÓN

Importancia del agua a nivel mundial según Pinos y Malo-L. (2018) indican que el derecho de acceso al agua potable ha ido evolucionando conjuntamente con el desarrollo tecnológico y el avance en materia de derechos humanos. En el análisis de fórum mundial del agua (FMA) se destaca la importancia y su efecto en la comunidad internacional. En Latinoamérica presenta 3 modelos de gestión de agua: privatización, gestión gubernamental y gestión comunitaria. A través de una serie de casos, se pone de manifiesto el carácter transversal de los problemas que afectan a la gestión eficiente del agua. En consecuencia, el estudio que realiza A. Muñante (2019) menciona que el agua es un elemento de transformación cultural y social, fuente de vida, elemento importante y necesario para los espacios hidráulicos del territorio. Asimismo, M. Aguirre (2021) indica que el agua es un recurso fundamental para la vida, para que el agua sea de consumo humano primero se debe de someter a tratamientos fisicoquímicos y depuración de contaminantes como agentes biológicos (Coliformes fecales, etc.) que pueden ocasionar daño a la salud humana como infecciones estomacales entre otros. Así también, Billingham (2020) menciona que el agua es un recurso necesario para abastecer diferentes sectores de actividades económicas y desarrollo de cada país, ciudad.

Según la Ley N° 17752 (2019) establece que las aguas son inalienables e imprescriptibles; no hay propiedad privada de aguas ni derechos adquiridos sobre ellas. Además, se establece su uso justificado y racional que incluye los lagos, lagunas, glaciales, ríos, etc. De este recurso en armonía con interés social y desarrollo del país. Siendo el INEI (2022) el organismo que indica que el 9.2 % de población total del país no accede al agua por la red pública.

Cáceres et al. (2021) indica que el agua residual doméstica proviene del uso doméstico y contienen desechos fisiológicos, procedentes de los quehaceres de la casa. Por eso es importante remover la alta turbidez de agua residual doméstica para no pagar un elevado costo en el consumo de agua. Chuquicajas y Julca (2021) mencionan que el agua residual doméstica puede ser tratada de forma efectiva usando coagulantes naturales obtenidos de las especies como: *Moringa oleífera* y *Opuntia ficus* que presentan una remoción de la turbidez hasta el 95%.

Como es sabido el parámetro de la turbidez sirve para detectar la cantidad de partículas, materia orgánica en suspensión que son provenientes de los estanques, aniegos y desagües (Pinto y Alves 2019).

Baños (2018) menciona que la turbidez del agua es una de las medidas más notorias en el control de la eficacia del agua de uso humanitario y las plantas. Mientras que Kasetu (2022) hace mención que el agua turbia es un índice de mayor riesgo de contaminación microbiológica en compuestos tóxicos, además nos dificulta para desinfección efectiva del agua.

Huerta y Carrasco (2018) realizaron medidas de turbidez en el manantial Los Caños (Castilla y León, España), entre 2 a 3 días, el año 2014, sus resultados mostraron que la turbidez varió desde 2,1 NTU (Unidades Nefelométricas de Turbidez) en el mes de octubre hasta 52,9 NTU a finales de noviembre y también los primeros meses del año (enero hasta abril), esto a causa de que se registraron mayores precipitaciones desde septiembre hasta mediados de octubre que en lo cual no suponen un aumento notable de la turbidez y de la escorrentía superficial hasta que el suelo se sature (p. 57).

Problema General es ¿Cómo el coagulante de la harina de mango permite el tratamiento de la turbidez de agua residual doméstica? y los problemas específicos son ¿Cuáles son las características de la harina de mango y el tratamiento de la turbidez de agua residual?; ¿Cuál es la dosis adecuada del coagulante de la harina de mango y el tratamiento de la turbidez de agua residual doméstica?; ¿Cuál es el porcentaje de la remoción del tratamiento de la turbidez de agua residual doméstica y la harina de mango?

**Justificación económica.-** Este método que se va a utilizar consta de bajo costo es fácil de conseguir, implementar por consiguiente no genera demasiado inversión.

**Justificación social.-** Contribuye en mejorar la utilización del agua servida, se puede reducir la contaminación.

**Justificación ambiental.-** Ayuda a mejorar los ecosistemas agrícolas evitando los procesos de contaminación y degradación del suelo

**Justificación teórica.-** Elaboración del coagulante de la harina de mango para el tratamiento del agua residual doméstica.

Objetivo general es evaluar como el coagulante obtenido de la semilla del mango permite el tratamiento de la turbidez del agua residual doméstica y los objetivos específicos son determinar las características químicas de la harina de mango y el tratamiento de la turbidez del agua residual. Identificar la dosis adecuada para el tratamiento de la turbidez del agua residual doméstica. Medir el porcentaje de la eliminación que sea ha obtenido del test de jarras.

Hipótesis general es el coagulante obtenido de la semilla de *Mangifera indica* L. nos permite reducir la turbidez del agua residual doméstica y las hipótesis específicas son la característica del coagulante de la harina de mango permite al tratamiento de la turbidez del agua residual doméstica; la dosis del coagulante de la harina de mango es 250 ppm para el tratamiento de la turbidez del agua residual y el porcentaje obtenido de la remoción de turbidez es 93.52 % como resultado.

## II. MARCO TEÓRICO

Córdova y Mendoza (2021) indican que la *Mangifera indica* L. Es oriundo de la India y sudeste asiático. Es considerada una de las frutas tropicales más consumida en todo el mundo, sabor dulce, diferentes tonalidades de color.

Maher (2019) es una fruta deliciosa tiene sabor maravilloso, fragancia encantadora compuesta de vitaminas A y C, es la más vendida en el mercado la temperatura alta del cultivo de mango oscila entre 24 y 30 °C, temperatura baja oscila alrededor de 10°C.



**Figura 1:** El árbol de *Mangifera indica* L.

Fuente elaborada por el autor (Maher, 2019)

En los estudios de la semilla de *Mangifera indica* L. según Pérez et al. (2021) mencionan que obtuvieron un condensado proteínico por procedencia alcalina y premura isoeléctrica con el método de Keitt y sus resultados demostraron que las propiedades tecno-funcionales de CAAg, CAAC, CE y CMG del CPSM resultaron mejores que otras muestras de semillas de frutas, con lo cual resultarían mejores como ingredientes en la formulación de productos alimenticios para consumo humano, el manejo del agua residual. Martínez et al. (2017) estableció que la dosis óptima de la semilla *Mangifera indica* L. La remoción de turbidez del proceso de la coagulación-floculación oscilaron entre 50 y 100 ppm del agua con media y alta turbidez obteniendo porcentajes máximo de remoción de la turbidez con 97.8% y color 75%, en comparación de los valores que se obtuvieron con el proceso de coagulación de la semilla de Chía, aceite omega 3 como resultado la remoción de la turbidez es de menor porcentaje. Escalona et al. (2022) indican que la semilla del

mango contiene una alta concentración de carbohidratos y altos contenidos de minerales debido a ello, en la industria se utiliza sólo la pulpa para la producción de jugos, compotas, mermeladas, y jaleas, sin embargo, grandes cantidades de semillas de mango se descartan como subproducto agroindustrial.

Noguera et al. (2021) demostraron que la extracción de compuestos bioactivos de semillas de mango fue eficiente y tiene ventaja por considerarse segura y no tóxica en biotratamientos en que el extracto de semilla de mango contuvo muchos compuestos en lo cual pudo afectar a la bacteria *S. aureus* (MRSA).

Ruiloba et al. (2018) determinan que el almidón de la semilla del mango de forma aislada es de bajo rendimiento y que a su vez es utilizado para la elaboración de bioplásticos por lo cual es similar al almidón de uso común.

Wang et al. (2022) determinan el biosorbente de la semilla del mango exhibió una adsorción eficiente de Pb(II) y Cd(II) en la que se aplicó para la remoción de metales pesados al 99 % y 88 % en aguas residuales con esto queda demostrado la importancia de la utilización de la semilla del mango.

Chaparro et al. (2018) las partículas de la harina de mango contienen la proteína globulina 40.16%, lo cual se aglutinan con las partículas del agua residual, se obtiene como resultado un valor de remoción (p. 72).

Chitra D. y Muruganandam L. (2020) la semilla de tamarindo, *Moringa oleífera* y cáscara de plátano fueron comparados con coagulantes comerciales (alumbre) obteniendo como resultado significativo en el rendimiento de los coagulantes naturales. Logrando alcanzar remoción de 61.33%, 85.75%, 90.42% y 94.27% comparado con el alumbre 96.49% da como resultado una remoción efectiva los coagulantes comerciales el alumbre.

Ueda et al. (2021) el estudio de tratamiento de aguas residuales y el uso de la moringa como coagulante presenta relevancia en la remoción de la turbidez y sus múltiples aplicaciones de la remoción del residuo de polvo.



Landázuri et al. (2018) y Zaid et al. (2019) utilizaron dosis de 50 ppm, 0.75 ppm con un tiempo de 120 min. y 60 min. alcanzando una remoción de turbidez de 87% y 90% las condiciones de mezclado fueron con velocidades rápidas de 100 a 6 rpm, manera lenta de 20 a 25 rpm.

Ozyonar y Karagozoglu (2017) aplicaron los parámetros de pH, DQO (ppm), DBO (ppm), sólidos suspendidos (ppm), fosfato ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) (ppm), conductividad ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), turbidez (NTU) y alcalinidad (mg/L) determinar el tratamiento de las aguas residuales. Obteniendo del proceso de la electrocoagulación por la remoción de DQO, turbidez y fosfato ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ), 75 %, 98 % y 98%. El cálculo del costo operativo fue para determinar la inversión realizada y el tratamiento del agua residual doméstica por la electrocoagulación con electrodos.

Jabeen et al. (2022) investigaron los compuestos híbridos a base de biomasa de cáscara de semilla de mango y perlas compuestas ( $\text{FeCl}_3\text{-NaBH}_4/\text{MS}$  y

$\text{NaAlginato}/\text{MS}$ ) obtuvieron un éxito para la eliminación de contaminantes 2,4,6 TCP de las aguas residuales domésticas por los experimentos de lotes ilustrados fueron elaborados con pH de 9 a 10, dosis de 0,05 g, tiempo de equilibrio de adsorción de 120 min <> 2 horas a temperaturas de 308 K (para  $\text{FeCl}_3\text{-NaBH}_4/\text{MS}$ ) y 333 K (para  $\text{Na-Alginato}$ ). /MS) y concentración inicial de 2,4,6-TCP: 25 mg/L.

Mora-León et al. (2022) explican que el 76.3% de remoción para Al y Fe en las aguas residuales domésticas fue mediante los lodos de depuración de aguas húmedas y secas que benefició a la clarificación de aguas residuales domésticas. Este estudio evaluó la mejora química en el tratamiento primario (CEPT) de aguas residuales domésticas utilizando coagulantes recuperados (CR) de WTS a base de cloruro de polialuminio, siendo esencial la recuperación de material a partir de lodos de tratamientos de agua (WTS) para la economía circular en el sector del agua.

Castillo y Chimbo (2021) aplicaron los parámetros de  $\text{DBO}_5$  (mg/l), DQO(mg/l), SST(mg/l), ST(mg/l), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), caudal (L/s) y TRH (h) para determinar la turbidez y/o contaminación de las aguas residuales. Los resultados obtenidos por cada parámetro fueron 74 mg/L de  $\text{DBO}_5$ ; 130.59 mg/L de DQO; 1468 mg/L de SST; 1987 mg/L de ST; 6.9 de pH y  $22.2^{\circ}\text{C}$  de temperatura de los cuales ST y SST

sobrepasan el LMP y para la obtención de la remoción de aguas residuales domésticas se obtuvieron medidas de 52.25 % para DBO5 y DQO, 66.74 y 52.91 % para SST y ST y un pH y temperatura promedio de 6.8 y 22.3 °C.

Bolivar, Luz (2018) comprobó que la eficiencia en remoción de 99.29% (de 1045.54 NTU inicial a 7.43 NTU final) en las aguas residuales domésticas provenientes de la zona urbana de Coayllo cumplen con las normas establecidas del ECA, con esto el autor determinó que la técnica de la remoción de la turbidez de las aguas, pudo beneficiar a una población determinada y con el éxito de este proceso, pudo continuar beneficiando a otras comunidades.

Torres y Lozano (2017) indicaron que para la medición se utiliza el turbidímetro que mide NTU en lo cual se calibra con dos soluciones de concentración conocida y de ahí se evalúa la muestra de las aguas residuales y pero indican que 1 NTU equivale a 0.333 ppm (p. 398).

Jaya Cabrera (2017) indica que los sólidos totales son sustancias no volátiles presentes en una muestra de agua. Incluyen tanto sustancias disueltas como sustancias en suspensión y se miden en términos de masa por unidad de volumen de agua en lo cual pueden ser de origen orgánico o inorgánico y pueden afectar la calidad y la apariencia del agua (p. 27).

Torres et al. (2018) mencionan que los sólidos suspendidos son un proceso de tratamiento de aguas residuales comienza con la remoción de los residuos sólidos y los desechos que se encuentran en el agua, mediante el procesamiento de filtrado y reposo (p. 397).

La coagulación según Gabino (2018) menciona que es un proceso de los componentes de la suspensión que provienen de una desestabilización química en lo cual busca desestabilizar y eliminar las materias en suspensión como la turbidez y concentración de cuerpos orgánicos y microorgánicos (p. 27)

La floculación según Camacho et al. (2017) es la técnica que se basa en la purificación del agua tanto para el uso doméstico como industrial y también pueden ser aditivos inorgánicos y orgánicos y según Huerta C. (2023) menciona que la floculación consiste la acumulación de coloides mediante la afinidad de las partículas con la cohesión que se alcanza por la apariencia de sustancias (flocs); facilita la eliminación de las partículas en suspensión y coloidales.

Los coloides según Rodríguez Plaza et al. (2019) menciona que son unas mezclas heterogéneas en las que se varia por su diámetro entre 1 y 1000 nanómetros y a su vez no pueden ser separados por filtración convencional por lo cual estas partículas pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas y según Rivera, Valverde y Aldama (2019) mencionan que se interaccionan en las señales fotoacústicas con una radiación de 532 nm (p. 136).

La implicancia del pH en los procesos de remediación de aguas residuales según Morillo S. et al. (2019) aplicaron los parámetros de volumen (ml); pH, masa (gr.); espectrofotometría (nm); tiempo (hrs, min); temperatura (°C) y DQO. La turbidez y coliformes fecales fueron disminuidos con los procesos fenton mediante los 56.33 mM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, una relación molar Fe<sup>2+</sup>:H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> de 1:9 y agitación continua a 130 rpm entre 15 min a 2 horas, logrando así una reducción completa de un 89% de coliformes fecales y un 97 % de remoción de la turbidez; para Campos R. et al (2022) quien evaluó los parámetros de pH, turbidez y lodo, obtuvo que para una dosis de 20 ppm de *Moringa oleífera* y 1 ppm de sulfato de aluminio, se puede volver a reutilizar las aguas grises ya que se pudo remover la turbidez en un 96.22% y el pH varió de 7.2 a 6.8, de lo anterior se puede notar que de dicha investigación han evaluado parámetros con sus respectivas dosis para cada coagulante con lo cual se verifica que puede llegar a ser un proceso efectivo contra las aguas residuales domésticas y para Chuquicajas y Julca (2021) realizaron una investigación de su proyecto de tesis en la cual adquirió sulfato de aluminio y cloruro férrico (coagulantes químicos), para luego compararlos contra coagulantes naturales como la moringa, la tuna y el *dale dale* entre otras, llegando a la conclusión que los coagulantes naturales tienen una mayor eficiencia de remoción de turbidez cuando se evidencian remociones de la turbidez de 90% a 100% con el rango utilizado de 7 a 7.99 pH.

Las aguas residuales domésticas según Duarte et al. (2021) indicó que causan eutrofización del agua con daños que afectan a la calidad de las fuentes hídricas en lo cual las tecnologías de los tratamientos biológicos de tipo anaerobio son una posibilidad económica y práctica que deben ser considerados para evaluar problemáticas de saneamiento hídrico, un ejemplo de ello sería la utilización de UASB ya que es un proceso de digestión anaerobia la cual resulta confiable y económica al pensar en tratamiento de aguas residuales de media y alta carga.

Arias-Hoyos et al. (2017) obtuvieron resultados utilizados en semillas de Mangifera como coagulante para tratamiento de las aguas residuales domésticas con la eficiencia en remoción de la turbidez de 87.7% con la condición de obtener más agua limpia en uso doméstico para la población del municipio de Popayán.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El **tipo de investigación** es aplicada debido a que se centra en encontrar mecanismos que permitan solucionar un objetivo práctico (Rabotnikof, 2022).

El **diseño de investigación** es experimental porque se basa en el control de parámetros. El diseño experimental se divide en las clásicas categorías pre experimental, experimental puro y cuasi experimental y se refiere a un estudio que sea manipulable a una variable independiente (Rabotnikof, 2022).

X: Harina de la semilla del mango    Y:

Tratamiento de la turbidez



El **enfoque de investigación** es cuantitativo porque se centra en los datos y/o cuyos resultados que expresar de forma y con ello se genera el análisis de datos para obtener las conclusiones buscadas de la investigación (Rabotnikof, 2022).

#### 3.2. Variables y operacionalización

En base a la variable independiente que es el coagulante de la semilla del mango y la variable dependiente que es el tratamiento de la turbidez, se elaboró una matriz de operacionalización de variables, las cuales contienen las dimensiones y sus respectivos indicadores, mediante los cuales se busca desprender los objetivos planteados de dicha matriz que se presenta en el **anexo 1**.

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

La **población** de esta investigación será las aguas residuales domésticas. La población de este presente trabajo de investigación es de tipo finita porque la cantidad del agua es limitada que posee un número determinado de litros de agua residuales (Giani, 2022). En los criterios de inclusión se considerará como muestra 49L de aguas residuales domésticas provenientes de los aseos personales y los quehaceres de la casa y en los criterios de exclusión se excluirá de la muestra a las aguas residuales domésticas provenientes del derrame de agua en los vehículos, lavado de vehículos y los quehaceres a las afueras de la casa.

La **muestra** para la investigación estará conformada por un volumen total de 49 litros de aguas residuales domésticas. La muestra de este presente trabajo de investigación es de tipo no probabilístico porque no se extrae la cantidad al azar (Giani, 2022).

El **muestreo** es de tipo no probabilístico porque el investigador establece sus propios criterios para escoger una cantidad adecuada de litros de agua residuales (Giani, 2022).

La **unidad de análisis** para el trabajo de investigación viene a ser una cantidad determinada de litros de aguas residuales domésticas las cuales cumplen con los parámetros muestrales, y estas unidades de análisis trabajaron con las mediciones en “ml”, “l”, “NTU”, “rpm”, “pH” y “%”.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

La **técnica** de la presente investigación se utiliza instrumentos como:

- a. Recolección de datos experimentales.
- b. Se usó la dosis del coagulante de la semilla del mango
- c. Se determinó el tiempo de aplicación de coagulante
- d. Determinación de la concentración final de la turbidez

Los **instrumentos** desarrollados para la presente investigación son validados con criterio y juicio de expertos docentes de la UCV, lo cual se solicita el apoyo de los docentes de la UCV que se presentan en la **Tabla 1**, habiéndose obtenido un promedio de 90.55 %. Dichos instrumentos se presentan en el **Anexo 3**.

**Tabla 1.** Nombre de técnicas e instrumentos

Técnica	Instrumento	Escala de Medición
De Observación	Ficha N°1: Las dosis del coagulante de la semilla del mango	Razón
De Observación	Ficha N°2: El tiempo de aplicación de coagulante	Razón
De Observación	Ficha N°3: Determinación de la concentración final de la turbidez	Razón

La validez se utilizó en el juicio de expertos para obtener evidencias de las fichas de validación de los instrumentos de cada autor las cuales se presentan en la **tabla 2**.

Según Medina et al. (2019) la validez la define como “la aplicación de un grado que arroja un conjunto de información el cual habla sobre las inferencias de la base de resultados de un grado que deben ser validados” (p. 107).

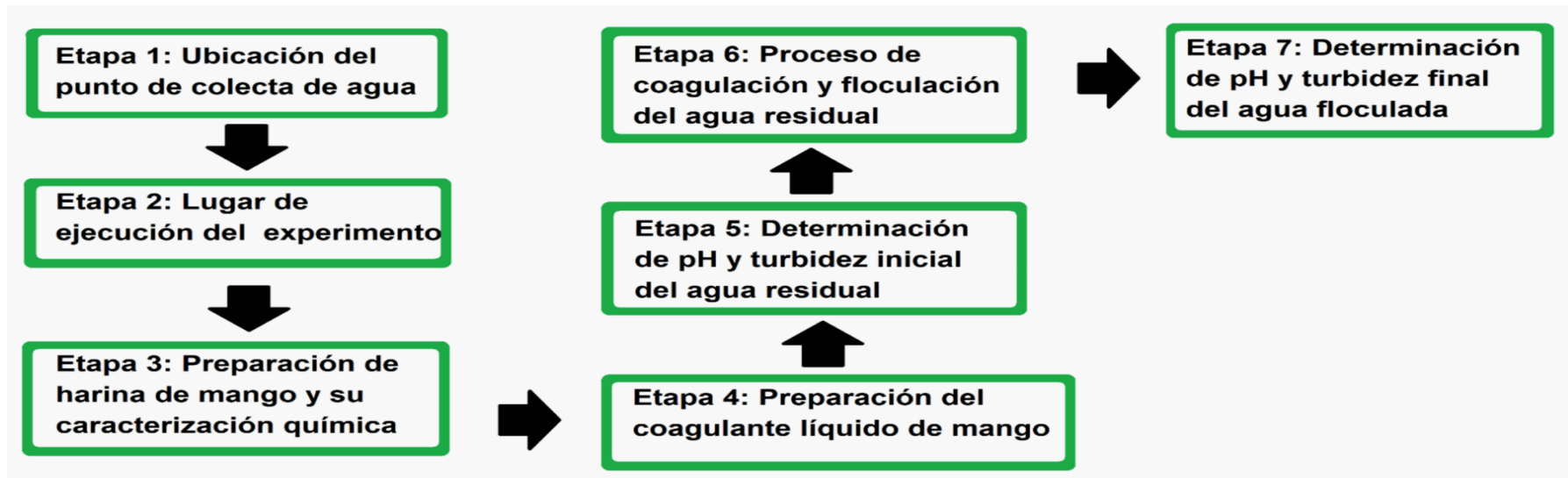
**Tabla 2.** Validación por juicio de expertos

Docentes	CIP	Promedio
Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio	89972	90.00 %
Dr. Holguin Aranda, Luis Fermin	11614	93.33 %
Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio	25450	88.33 %

La confiabilidad midió la estabilidad de los instrumentos con el método del pre-test para evaluar la consistencia interna, analizar las instrucciones que comprenden los ítems que funcionan de manera adecuada para evaluar la confiabilidad del instrumento y aplicar un cuestionario a los individuos que son afectados a un problema de investigación (Rodríguez-V. et al., 2022).

### 3.5. Procedimientos

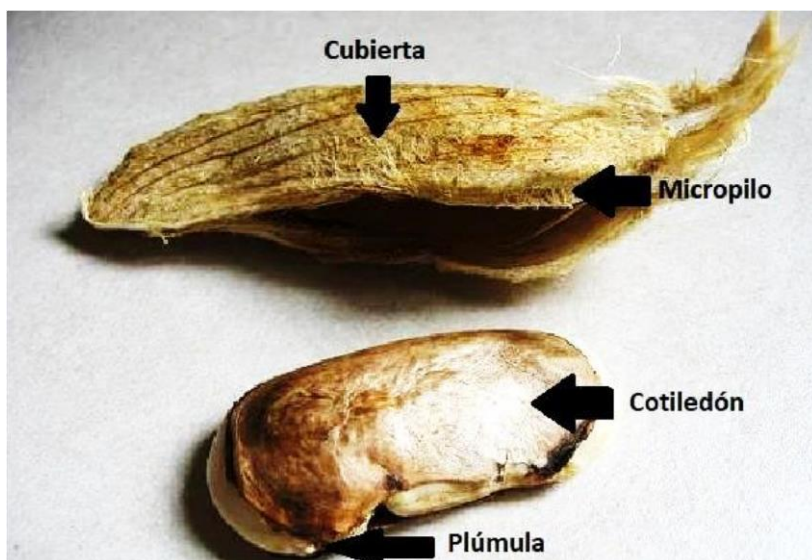
En la **figura 2**, se muestra en forma general el procedimiento que se seguirá en la investigación en sus etapas de trabajo de campo, gabinete y laboratorio.



**Figura 2.** Esquema de propuestas de procedimiento

Fuente: Elaboración Propia





**Figura 3.** Estructura de la semilla de *Mangifera indica* L.

Fuente elaborada por el autor (Indiamart, 2016)

### **ETAPA 1: Ubicación del punto de colecta de agua residual doméstica, extracción de la semilla de mango**

Se recolectó 7 botellas de plásticos de agua residual doméstica de 7 litros cada uno un total de 49 litros que es recolectado de la limpieza del hogar (quehaceres). Se compró 10 kilos de *Mangifera indica* L., posteriormente se realizó el despulpaje, las semillas fueron extraídas de forma manual seguidamente se retiró el tegumento con estilete. Las semillas son cortadas en filamentos para el proceso de secado a temperatura ambiente ( $24^{\circ}\text{C} \pm 1$ ) durante 7 días. Después se procedió con la molienda con ayuda de un molino

### **ETAPA 2: Lugar de ejecución del experimento**

El experimento se desarrolló en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad César Vallejo. Las muestras de aguas residuales fueron homogenizadas, y separadas en 8 botellas luego se etiquetó y se llevó a la congeladora a una temperatura de  $4^{\circ}\text{C}$  para sus posteriores análisis.

### **ETAPA 3: Proceso de la harina de mango y caracterización química**

La harina de mango se echa al tamiz y se realiza el proceso de tamizado para lograr un resultado de harina refinada.

La caracterización química fue realizada por un servicio a través del Laboratorio de Bioquímica de Universidad Nacional Agraria de La Molina.

#### **ETAPA 4: Preparación del coagulante líquido de mango**

La preparación del coagulante de la harina de mango se utiliza 2.5 gr. de harina (mango), 250 ml de agua destilada que da como concentración 10000 ppm, luego se mezcla en un vaso precipitado de 100 ml el coagulante y el agua destilada para disolver el coagulante y se vacía en una fiola de 250 ml, se agita para homogenizar el coagulante líquido de mango.

#### **ETAPA 5: Determinación de pH y turbidez inicial del agua residual**

Se agita la botella de agua residual y es vaciada en un vaso precipitado de 500 ml, para determinar su pH inicial es 6.84, por otro lado, el agua residual se vacía a un tubo de 25 ml del colorímetro para medir la turbidez inicial del agua residual doméstica que da como resultado un valor de 1100 NTU.

#### **ETAPA 6: Proceso de coagulación y floculación del agua residual**

Una vez reposado 10 minutos el agua residual, echar con la pipeta una cantidad de coagulante líquido de mango correspondiente al diseño experimental de Box Benhken a cada vaso precipitado contenido de agua residual, se llevó a cada vaso precipitado vaciado con una cantidad de coagulante al floculador programable para hacer el análisis y proceso de coagulación y floculación. Para ejecutar el proceso de coagulación la rapidez debe ser 150 rpm con un tiempo de un minuto y terminado el proceso de coagulación comenzar con el proceso de floculación con la rapidez de 50 rpm y con el tiempo correspondiente al diseño experimental.

#### **ETAPA 7: Determinación de pH y turbidez final del agua floculada**

Una vez terminado con los procesos y análisis de floculador dejar el agua floculada reposando unos 10 minutos para determinar la turbidez final, vaciar el agua floculada reposada al frasco del turbidímetro para dar el valor de la turbidez final y determinar el valor de pH final. Dado el resultado final de la turbidez se hallaría la remoción de la turbidez del agua residual.

### **3.6. Diseños experimentales**

El diseño de Box Benhken según Soporte Madondo et al. (2022) es un tipo de diseño de superficie de respuesta que no son para experimentos secuenciales en el cual el diseño de Box Behnken tienen combinaciones de tratamiento que están en los

puntos medios de los bordes del espacio experimental y requieren al menos tres factores continuos; permiten una estimación eficiente de los coeficientes de primer y segundo orden y este diseño asegura que no se implante con todos los factores en sus niveles altos al mismo tiempo (parr. 3). Este diseño resulta una técnica potente en el diseño experimental porque mejora la eficiencia del efecto de varias variables de control de procesos.

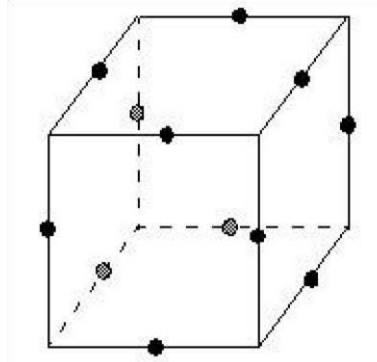


Figura 4. El ejemplo del diseño de Box Behnken

Fuente elaborada por el autor (*Madondo et al, 2022*)

**Tabla 3.** Códigos de factores de operación del Diseño Box Behnken

Factores de operación	Unidades	Símbolo	Código de niveles		
			-1	0	1
pH	pH	X <sub>1</sub>	4	7	10
Tiempo	min	X <sub>2</sub>	5	10	15
Dosis	ppm	X <sub>3</sub>	100	250	400

- Considerado que el tiempo de coagulación sea de un minuto, pero utilizando con la rapidez de 150 rpm del floculador programable
- Variable de respuesta: Remoción de la turbidez (%)
- 50 rpm x tiempo determinado (X<sub>2</sub>)

### 3.7. Método de análisis de datos

Para el análisis de los datos que se generan durante la investigación se diseñará una base de datos en una hoja de cálculo Excel para los análisis de la estadística

descriptiva; así como también se utilizará el software SAS y R-Project para los análisis de la estadística inferencial. Para la determinación de las diferencias estadísticas entre los tratamientos, primero se analizó la normalidad de los datos usando el test de Shapiro wilk, además de un análisis de distribución de residuales. Al ver la normalidad de los datos, se aplicó modelos lineales mixtos, la prueba de Anova, y Tukey. Estos análisis fueron realizados mediante el paquete mle4. Para el análisis de los modelos matemáticos del diseño de box Benhken se utilizó modelos cuadráticos mediante el software SAS, donde la variable respuesta fue la remoción de turbidez, y las variables predictoras fueron el pH, tiempo y la dosis. Ambos procesos nos permitirán generar análisis y procesamientos para obtención de tablas y figuras que nos ayudarán a sustentar los resultados de cada uno de los objetivos planteados. Esta investigación analizará el porcentaje de la variación de la turbidez con la de agua residual doméstica por efluentes contaminantes del hogar y luego con el agua floculada o tratada del laboratorio usa esta fórmula:

$$\text{Variación de turbidez} = \frac{Trb_i - Trb_f}{Trb_i} \times 100\% \quad (1)$$

**Figura 5.** La fórmula de la variación de turbidez

Fuente: *Siong-Chin et al. (2019)* **Dónde:**

**Trb<sub>i</sub>:** Turbidez inicial (NTU) (agua residual)

**Trb<sub>f</sub>:** Turbidez final (NTU) (agua tratada)

### 3.8. Aspectos éticos

En este proyecto de investigación se debe cumplir con el código de ética, reglamento y resolución de vicerrectorado de investigación N°110-2022-UCV, ejecutando la autoría de las investigaciones examinadas y los requisitos de fiabilidad en que todo tipo de datos deben ser verídico y muy fiable, se debe emplea el Turnitin para verificar la similitud con otros proyectos de investigación.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Determinación de las características químicas de la harina de mango

En el presente estudio se determinó que en 10 gr. de harina de semillas de mango utilizadas en el experimento, hay un 6.31% de proteínas, 73.60% de carbohidratos, asimismo se determinó que las muestras presentaron un 10.33% de humedad y 2.32% de cenizas (Tabla 4).

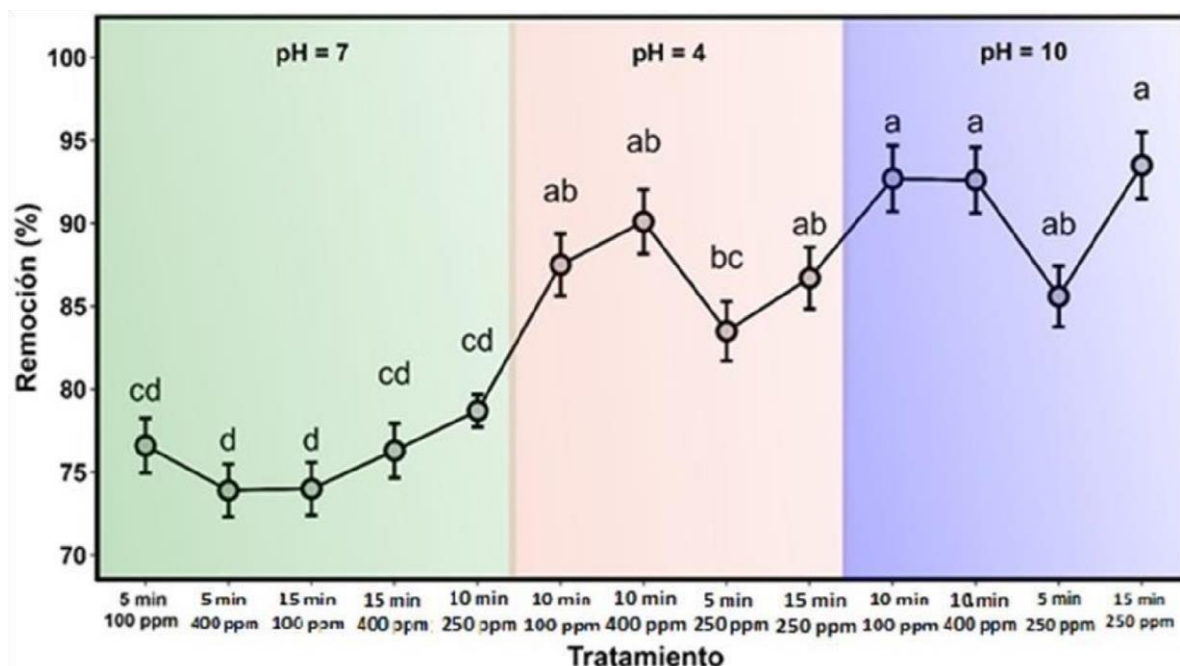
**Tabla 4.** Determinación bioquímica y caracterización de humedad y % de cenizas de la harina de semillas de mango

Caracterización	Presente estudio	Chaparro et al. (2018)	Pérez et al. (2021)
Carbohidratos	73.60%	33.00%	86.70%
Proteínas	6.31%	6.39%	8.20%
Humedad	10.33%	44.85%	NR
Cenizas	2.32%	2.46%	2.40%

### 4.2. Análisis de las Dosis en el tratamiento de la turbidez del agua residual doméstica

De acuerdo a los resultados la mayor remoción de la turbidez fue a un pH 10, en periodos de tiempo entre 10 y 15 min según el método de jarras, y no existió diferencias significativas respecto a la cantidad de dosis (100, 250 y 400), por tanto mencionamos que a un pH 10, en un periodo de 10 min y usando 100 ppm de harina de la semilla de mango, se produce una remoción óptima de 92.93 % de turbidez de las aguas residuales domésticas (Figura 6).

De acuerdo a los resultados, los cambios en el pH ( $p$ -valor = 0.007) y los tiempos de floculación ( $p$ -valor = 0.011) son significativos estadísticamente en el proceso de remoción de la turbidez final (Tabla 5). Asimismo, la menor remoción fue a un pH 7, no obstante, los cambios en la velocidad de floculación y dosis no desempeñaron cambios muy significativos (Figura 6).



**Figura 6.** Análisis estadístico del efecto de pH, dosis y tiempos de floculación

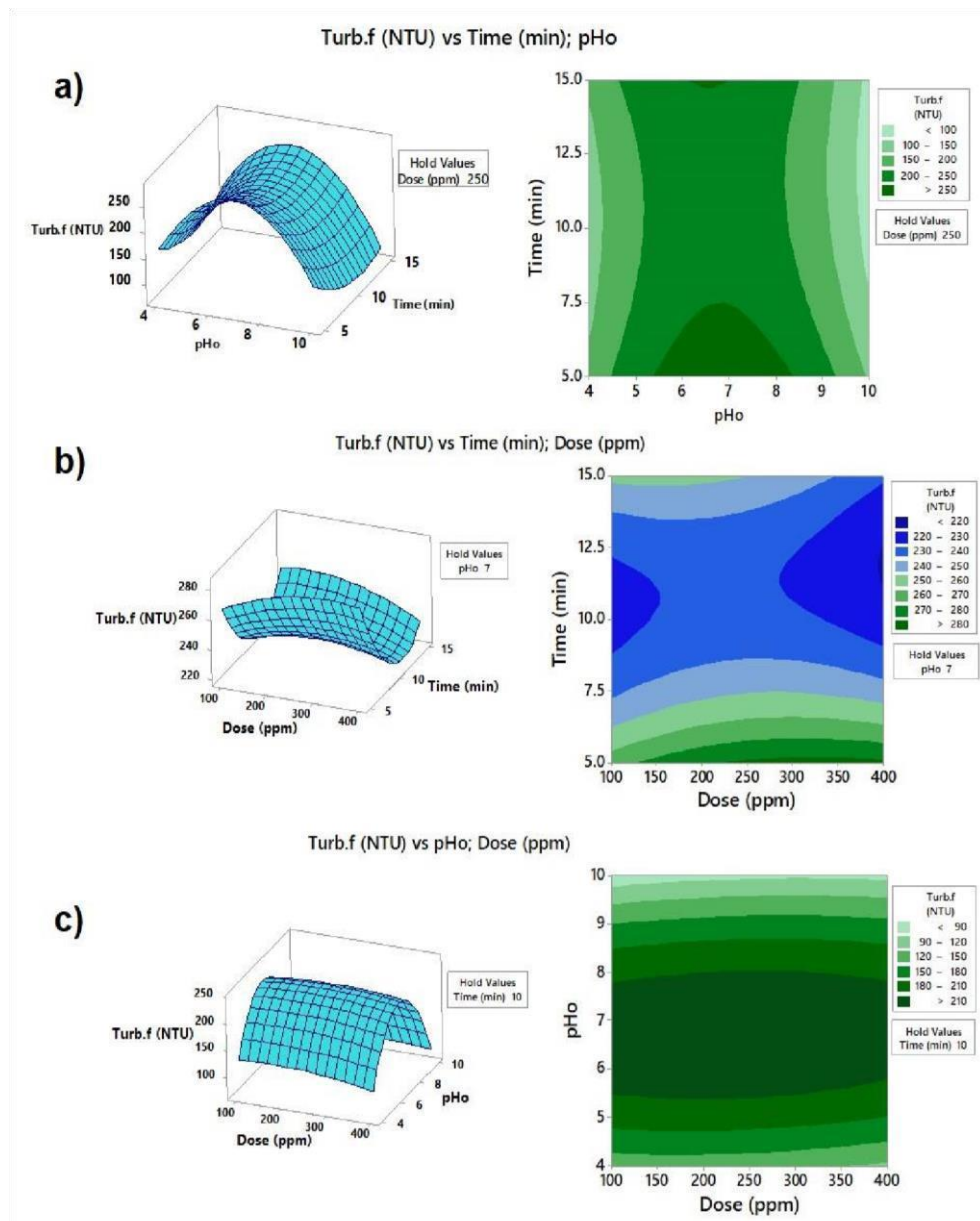
**Tabla 5.** Análisis estadístico del efecto de pH, dosis y tiempos de floculación. Las diferentes letras representan las Diferencias significativas a p-value de 0.05 según el test de Tukey's después del análisis del ML.

Código	Experimento	Estimadoe	Std.	t-value	Pr(> z )		Diferencias
Ens01	pH 7 - 5 min - 100 ppm	76.6	1.644	202.001	<2.00E-16	***	cd
Ens02	pH 7 - 5 min - 400 ppm	73.9	1.588	-1.147	0.251397		d
Ens03	pH 7 - 15 min - 100 ppm	74	1.589	-1.13	0.258414		d
Ens04	pH 7 - 15 min - 400 ppm	76.3	1.639	-0.098	0.922231		cd
Ens05	pH 7 - 10 min - 250 ppm	78.7	0.976	1.108	0.267734		cd
Ens06	pH 4 - 10 min - 100 ppm	87.5	1.879	4.386	1.15E-05	***	ab
Ens07	pH 4 - 10 min - 400 ppm	90.1	1.934	5.345	9.06E-08	***	ab
Ens08	pH 4 - 5 min - 250 ppm	83.5	1.794	2.869	0.004121	**	bc
Ens09	pH 4 - 15 min - 250 ppm	86.7	1.861	4.081	4.48E-05	***	ab
Ens10	pH 10 - 10 min - 100 ppm	92.7	1.991	6.291	3.15E-10	***	a
Ens11	pH 10 - 10 min - 400 ppm	92.6	1.988	6.257	3.93E-10	***	a
Ens12	pH 10 - 15 min - 250 ppm	93.5	2.008	6.585	4.56E-11	***	a

### Análisis de modelo de box Benhken para la turbidez final

En la figura 6, se muestra los resultados del modelo de turbidez respecto a los parámetros del tiempo, pH a una dosis de 250 ppm, en la relación de turbidez y

tiempo, la figura 5a muestra que los valores de pH muy básicos (pH > 10) y ácidos (pH < 4) influyen directamente en la turbidez de las aguas residuales domésticas, alcanzando una disminución en la turbidez entre 100 y 150 (Figura 5a), sin embargo, valores de pH cercanos a 10 resultan más efectivos en la concentración final de la turbidez, esta disminuye notablemente con una remoción de 93.3%. Por otro lado, según el gráfico de contorno también se puede observar que el tiempo es un parámetro importante, pero es más estable a diferencia del efecto del pH. La figura 5 muestra que a más de 7.5 minutos hay una reducción a en la turbidez pasando de valores mayores a 250 a valores que oscilan entre 200 y 250, esto teniendo en consideración aguas residuales cercanos a los niveles de pH 7 (neutro).



**Figura 7.** Gráficos de superficie y contorno de la turbidez final

Respecto a la figura 6b, el tiempo resulta más importante que la dosis, aunque no es significativo ( $p < 0.05$ ) ya que a mayores valores de 7.5 min se produjeron mayores remociones de la turbidez como se muestra en las isolíneas en color azul. En la figura 5c, nuevamente el pH inicial presenta un efecto importante de remoción de la turbidez para valores próximos a 10 y a 4, mientras que la dosis se mantiene estable.

### **4.3. Porcentaje de la eliminación de turbidez que se ha obtenido del test de jarras**

Los resultados de la prueba de jarras mostraron una remoción de 93.91% de la turbidez de agua residual, el coagulante de la harina de semilla de la *Mangifera indica* L. sirve como coadyuvante del agua residual doméstica que demoró 10 min de sedimentarse, de acuerdo al test de jarras, la mayor remoción de la turbidez es pH 10, velocidad 150 rpm por un tiempo de 1 min. Véase en la **Anexo 5** para los valores máximos (+1) y mínimos (-1).

La corrida que presentó mayor remoción de turbiedad fue (5D), que corresponde a la siguiente configuración de los factores pH 10, 250 ppm dosis de coagulante de la harina de semilla de mango, 500 ml de agua residual, velocidad rápida de 150 rpm x 1 min, velocidad lenta de 50 rpm x 15 min. dio como resultado 93.91% de remoción.

Véase en la **Anexo 5** para los valores mínimos (-1)

La corrida que presentó menor remoción de turbiedad fue (1D), corresponde a la siguiente configuración de los factores pH 7, 400 ppm dosis de coagulante de la harina de mango, 500 ml de agua residual, velocidad rápida de 150 rpm x 1 min, velocidad lenta de 50 rpm x 5 min. da como resultado 71.40% de remoción.

### **Optimización del proceso**

El diseño de Box Benhken ha dado como resultado modelos de predicción para la remoción de turbidez en las aguas residuales domésticas, en condiciones óptimas, la metodología resulto cercano a la desarrollada por BENOUIS et al 2022 que trabajo con pH entre 6 y 8. Sin embargo contrariamente a lo reportado por el investigador la dosis de coagulante no demuestro ser significativa visto por sus coeficientes inferiores a los de pH, así las condiciones óptimas se han representado para pH=10, dosis entre 100-250 ppm y tiempo de floculación 15 min a 50 rpm, lo cual genera una remoción superior al 90% . El factor de determinación ( $R^2 = 0.8102$ ) obtenido fue elevado conforme se visualiza en la figura



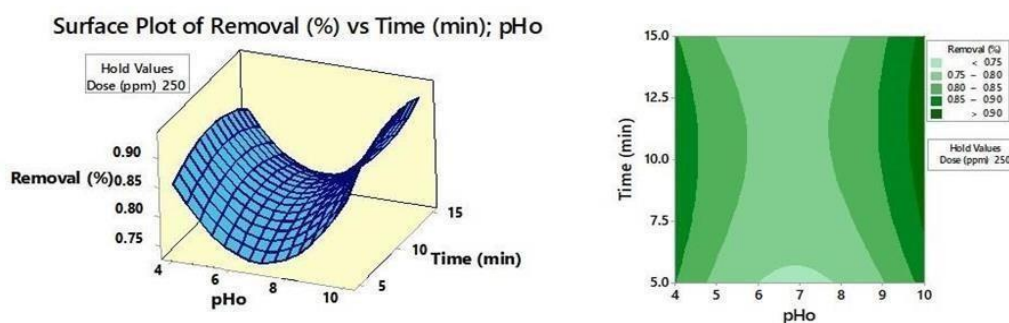
**Tabla 6.** ANOVA del efecto de pH, tiempo y dosis de coagulante en el agua residual doméstica

Término	Efecto	Coef	SE Coef	T-Valor	P-Valor	VIF
<b>Constante</b>		233.2	13.6	17.16	0	
<b>pH</b>	-47.61	-23.8	8.35	-2.85	<b>0.007</b>	1
<b>Tiempo (min)</b>	-31.82	-15.91	8.32	-1.91	0.064	1
<b>Dosis (ppm)</b>	-2.45	-1.22	8.32	-0.15	0.884	1
<b>pH*pH</b>	-255.4	-127.7	12.3	-10.35	0	1.01
<b>Tiempo (min)* Tiempo (min)</b>	65.7	32.9	12.2	2.68	<b>0.011</b>	1.01
<b>Dosis (ppm)* Dosis (ppm)</b>	-15.8	-7.9	12.2	-0.65	0.523	1.01
<b>pH* Tiempo (min)</b>	-26.4	-13.2	11.8	-1.12	0.271	1
<b>pH* Dosis (ppm)</b>	15	7.5	11.8	0.63	0.53	1
<b>Tiempo (min)*Dosis (ppm)</b>	-18.7	-9.3	11.8	-0.79	0.433	1

Como resultado del diseño de Box Benhken, se ha obtenido el modelo cuadrático que muestra los coeficientes del pH con mayor valor de los demás factores en concordancia con el ANOVA. Este modelo permite predecir que turbidez se logra seleccionado los mejores valores de pH y tiempo, considerando que la dosis no resultó con efectos en los tratamientos, por tema de costos se aplicaría las menores dosis.

### Ecuación de remoción de la Turbidez

Para la remoción de la turbidez, la figura 6, enfatiza que a pHs extremos de 10 y 4 la remoción es superior, especialmente para valores de pH =10 (figura 6)



**Figura 8.** Gráficos de superficie y contorno de la remoción

**Tabla 7.** Análisis de varianza

Análisis de varianza					
Fuente	DF	Adj SS	Adj MS	F-Valor	P-Valor
Modelo	9	0.201847	0.022427	16.6	0
Lineal	3	0.014931	0.004977	3.68	0.021
pH	1	0.010275	0.010275	7.61	0.009
Tiempo (min)	1	0.004473	0.004473	3.31	<b>0.077</b>
Dosis (ppm)	1	0.000188	0.000188	0.14	<b>0.712</b>
Cuadrado	3	0.182695	0.060898	45.08	0
pH*pH	1	0.160979	0.160979	119.15	0
Tiempo (min)*Tiempo (min)	1	0.013048	0.013048	9.66	0.004
Dosis (ppm)*Dosis (ppm)	1	0.000004	0.000004	0	0.957
Vías de interacción	3	0.004107	0.001369	1.01	0.398
pH*Tiempo (min)	1	0.00175	0.00175	1.3	0.263
pH*Dosis (ppm)	1	0.000495	0.000495	0.37	0.549
Tiempo (min)*Dosis (ppm)	1	0.001862	0.001862	1.38	0.248
Error	35	0.047286	0.001351		
Falta de ajuste	18	0.013534	0.000752	0.38	0.976
Error puro	17	0.033752	0.001985		
Total	44	0.249133			

En la figura 6, se observa que el paso del tiempo la remoción se incrementa, especialmente entre 10-12.5 min. Mientras la dosis no representa un efecto significativo en la remoción. En la figura 6c, se observa que la dosis no ejerce un efecto sobre la remoción de la turbidez y nuevamente es el pH extremo (4 y 10) los que remueven mayores cantidades de turbidez.

Como resultado de la investigación, es posible mejorar la remoción de la turbidez del agua residual doméstica bajo condiciones operativas estrictas a pH = 10, Dosis entre 100-250 ppm, tiempo de floculación 10-15 min a 50 rpm.

## V. DISCUSIÓN

Las características en carbohidratos y proteínas de la harina de semilla de mango han sido comparables a los reportados por el estudio de Choudhary et al. (2023) (53,34 a 76,81 % de carbohidratos, 5,20 a 10,48 % de proteínas), demostrándose que las semillas son una gran fuente de glúcidos y proteínas, los cuales podrían ser recursos importantes para la industria alimentaria (Pérez-Flores et al., 2023). Por otro lado, el efecto de la remoción de la turbidez usando la harina de mango es atribuida a las proteínas globulinas presentes, esto según el autor Chaparro et al. (2018). Las globulinas están relacionadas con el proceso de coagulación, asimismo estas proteínas tienen la propiedad de mantener un equilibrio osmótico, están asociados al transporte de sustancias, esta familia de proteínas en la sangre de los mamíferos transporta minerales como hierro y cobre, asimismo están asociadas a los procesos de regulación del pH (Mercado-Martínez et al., 2018). En ese sentido, un pH óptimo es fundamental para la formación de polihidróxidos metálicos, que son moléculas de metal unidos a varias moléculas de agua y presentan grupos hidróxido en su estructura molecular (Cuizano et al., 2010). Por otro lado, los polielectrólitos orgánicos (polímero de electrolitos con varias unidades de cadena repetitivas) son los más utilizados debido a su capacidad para unirse a los NOM cargados negativamente (González, Mijangos y Hernández, 2018).

Según los estudios teóricos, el coagulante natural se puede clasificar catiónicos y aniónicos. Los coagulantes catiónicos se conocen como moléculas poliméricas que poseen cargas positivas netas (Guzmán et al., 2013), mientras que los coagulantes aniónicos se denominan moléculas poliméricas (Mallqui, 2021). De acuerdo a los estudios presentados por (Méndez et al., 2020) la semilla de jaca y el pedúnculo de banano se clasifican como material aniónico, mientras que la harina de la semilla de mango se clasifica como material catiónico con una carga superficial registrada de -0,05 mEq/g, -0,12 mEq/g y 0,03 mEq/g respectivamente (Gamarra León y Zapata Payco, 1995). No obstante, el coagulante natural con carga superficial positiva es más requerido ya que los coloides presentes en el agua residuales suele tener carga negativa. Por lo tanto, el coagulante natural con carga positiva puede adherirse a los coloides con carga negativa y neutralizará las cargas y precipitarse por efecto gravitatorio.

En los reportes bioquímicos realizados a las globulinas muestran que tienen un punto isoeléctrico entre un pH 4.25 y 9.64 (Peralta Flores 2010), eso quiere decir que la carga eléctrica de las proteínas sería igual a cero en ese rango de pH. Como es sabido, el punto isoeléctrico es importante en los residuos de aminoácidos y las proteínas (Mera Oyola 2018), ya que dependiendo de la estructura del aminoácido las proteínas pueden actuar como ácidos o bases, dependiendo en gran parte por las condiciones del pH de su entorno (L. Sanchez Achic, 2018).

Por ello, los cambios extremos del pH (pH 4 / pH 10) en el experimento posiblemente otorgaron carga eléctrica a la globulina, proporcionándoles una capacidad para interactuar con otros compuestos y partículas cargadas, no obstante, también cambia su flexibilidad, lo que les permite adaptarse a diversos entornos y condiciones (Shahimi et al., 2021).

De acuerdo a Balbinoti et al. (2023), otros coagulantes a base de plantas como la Okra (*Abelmoschus esculentus*) funcionan de manera eficiente a valores alcalinos de 9,2 logrando una remoción importante de sólidos suspendidos (98,3%) porque mantienen polímeros de forma plana y colgante mejorando el proceso de coagulación (Lasteros 2020), lo cual coincidió con los resultados de la investigación, donde a mayor pH existió mayor remoción de turbidez. No obstante, el coagulante de Okra ha respondido como un coagulante aniónico de tipo polimérico porque posee moléculas con cargas negativas netas, por lo tanto, son efectivas a pH alcalinos > 7 como se ha reportado en los resultados (Figura 5, 6). Se ha evidenciado que el agua con mayor turbidez posiblemente ha provocado una elevada colisión e interacción entre la harina de semillas de mango (coagulante) y las partículas coloidales que generaron la turbidez (agua doméstica residual), de esta manera se originaron mayores posibilidades de reacción formando flóculos enormes que sedimentaron por acción de la gravedad (Amran et al. 2022). Por otro lado, algunos estudios vienen optimizado los valores del pH del sistema de tratamiento de aguas cuando se utilizan coagulantes a base de plantas, por ejemplo, *Coccinia indica*, cáscaras de cactus y frijol Jacinto (Bolado y Palacio 2017). Bajo esas condiciones la molécula se desenrolló más para lograr así una forma plana y colgante, esto le permite mejorar el proceso de coagulación. En las legumbres utilizadas como coagulantes naturales funcionan mejor cuando la coagulación se produce a un pH optimizado de 7 a 8,5 (Vásquez Núñez 2019).

Sin embargo, un mismo coagulante puede presentar diferentes pH óptimos dependiendo del efluente; en el caso de la *Moringa oleifera* mostró un rendimiento óptimo a pH 9,0 para efluentes de mataderos [4]; entre 4,0 y 5,0 para el efluente de pulpa de frutos de café [6], y 4,0 para lavado de destilería (Carril Flores 2020). Así también, hay algunos estudios que comentan que la temperatura influencia también en los procesos de la cinética de la coagulación y la eficiencia de eliminación de impurezas (Ching y Corrales 2016). Hay una mejor coagulación a medida que la temperatura incrementa ya que ayuda a incrementar la tasa de colisión entre partículas (Fúquene y Yate 2018). Contrario a ello, a bajas temperaturas los flóculos aglomerados tienden a presentar una débil colisión partícula-partícula (Fúquene y Yate 2018). Esto también es bien fundamentada por las teorías de la ley browniana del movimiento de partículas (Alfaro 2021). Por otra parte, el incremento de la temperatura influencia en una menor viscosidad, favoreciendo la disipación homogénea de las especies de coagulación en la etapa de mezclado (Garzón 2020). Asimismo, según Godoy (2018) en los coagulantes de origen vegetal, la temperatura de proceso óptima es de 25 a 30°C ya que presentan proteínas como principales moléculas asociadas a la floculación, esos resultados ayudarían a entender mejor el proceso de remoción de la turbidez, ya que el experimento que desarrollamos se mantuvo en temperaturas por encima de los 25 grados.

Respecto a la dosificación del coagulante a base de harina de semilla del mango, no demostró un efecto significativo en la remoción de la turbidez, el uso inadecuado produciría una calidad insatisfactoria de agua tratada. Esto significa que cualquiera de las dosis producía el mismo resultado, en términos económicos una menor dosis sería favorable, asimismo es importante mencionar que este factor debería seguir.

## VI. CONCLUSIONES

- Se ha producido un coagulante natural usando la semilla de mango para la remoción de la turbidez de las aguas residuales domésticas.
- La influencia del pH resultó significativa en la remoción de la turbidez espacialmente con valores muy alcalinos explicados por la facilidad del coagulante en la formación de polímeros con carga negativa que generaron atracción de las moléculas de carga positiva presentes en la solución de aguas residuales.
- El tiempo de floculación presentó un resultado significativo especialmente con valores entre 10-12.5 min a 50 rpm, lo cual favoreció la agrupación de partículas en forma de floculados que alcanzaron un mayor peso ocasionado por su sedimentación y disminución de la turbidez en el agua tratada.
- La variación de la dosis no mostró cambios en los promedios de remoción de la turbidez, por lo que se debe continuar investigando las cantidades efectivas, respecto de variaciones del tiempo y el pH.
- Los resultados del experimento se concluyen que la harina del mango presenta 73.6% de carbohidratos, 6.31% de proteínas. Por otra parte a un pH 10, 93.91% se obtuvo una mayor remoción del agua residual doméstico.

## VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el agua residual doméstica llevar al congelador a una temperatura de 4°C.
- Se recomienda preparar el coagulante líquido de la harina de mango cada vez que va a utilizar
- Se recomienda seguir realizando estudios, basados en remoción de metales pesados, esto podría ayudar a tener una mejor comprensión sobre la importancia de la harina de las semillas de mango en la remediación de aguas contaminadas.
- Se recomienda realizar una caracterización molecular de la harina de mango haciendo uso del FITR, para poder identificar los picos pronunciados de las moléculas predominantes y ver sus asociaciones con los procesos de floculación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE HORNA, Kare Mabel. Eficiencia de coagulantes naturales al reducir la turbidez del agua de río: una revisión sistemática entre el 2009-2019. Tesis de Bachiller (Ingeniería Ambiental). Trujillo: Universidad Privada del Norte, 2021. 29 pp. Disponible en:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26209/Trabajo%20de%20investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

AMRAN, Amir Hariz & et al. Turbid water treatment using deshelled Carica papaya seed: Analysis via factorial design. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 2022, vol. 12, no 6, p. 7787 – 7795. Disponible en:

[https://biointerfaceresearch.com/wpcontent/uploads/2021/12/20695837126\\_77877795.pdf](https://biointerfaceresearch.com/wpcontent/uploads/2021/12/20695837126_77877795.pdf)

ARIAS-HOYOS, Arnol & et al. Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: uso del polvo de la semilla de la *Moringa oleífera* como coagulante natural. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 2017, vol. 15, p. 29-39. Disponible en:

<https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/bioteologia/article/view/548>

BALBINOTI, Jonas Raul & et al. Plant-based coagulants for food industry wastewater treatment. *Journal of Water Process Engineering*, 2023, vol. 52, p. 103525. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214714423000429>

BAÑOS, Alberto. La importancia de la turbidez en la técnica instrumental: ¿Qué nos dice la turbidez sobre la calidad del agua potable?, 2018. Girona: Higiene Ambiental. Disponible en: [https://higieneambiental.com/aire-agua-](https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/que-nos-dice-la-turbidez-sobre-la-calidad-del-agua-potable)

[y-legionella/que-nos-dice-la-turbidez-sobre-la-calidad-del-agua-potable](https://higieneambiental.com/aire-agua-y-legionella/que-nos-dice-la-turbidez-sobre-la-calidad-del-agua-potable)

BENOUIS, Khedidja & et al. Optimization of coagulation parameters for turbidity removal using box-behnken model. En 2nd International Conference on Industry 4.0 and Artificial Intelligence (ICIAI 2021). *Atlantis Press*, 2022, vol. 175, p. 114-121. Disponible en: <https://www.atlantis-press.com/proceedings/iciiai21/125969997>

BILLINGHURST VARGAS, Tiffany Krisel. Huella hídrica y optimización del consumo de agua en empresas. Tesis de Bachiller (Ingeniería Ambiental). Lima:



Universidad Científica del Sur, 2020. 22 pp.

Disponible en:

[https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1411/TBBillin\\_ghurst%20T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1411/TBBillin_ghurst%20T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

BOLIVAR SAUÑE, Luz Maribel. Remoción de sólidos suspendidos y materia orgánica de las aguas residuales domésticas empleando semillas de níspero en la zona urbana de Coayllo–Lima. Tesis de Titulación (Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2018. 102 pp. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28008>

CÁCERES POM, Deybi Karin; CALISAYA VERA, Gisela Milagros y BEDOYAJUSTO, Edgar. Eficiencia de *Eisenia foetida*, *Eichornia crassipes* e hipoclorito de calcio en la depuración de aguas residuales domésticas en Moquegua, Perú. *Ecología Aplicada*, 2021, vol. 20, no 1, p. 83-92. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=34167491008>

CAMACHO FERIA, Diana Marcela; CAVIEDES RUBIO, Diego Ivan; DELGADO, Daniel Ricardo. Tratamientos para la remoción de antibacteriales y agentes antimicrobiales presentes en aguas residuales. 2017. vol. 9, no 1, p. 43-62. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=517752178004>

CAMPOS RODRIGUES, Karen; RAEL DE MORAIS, Lucas Salomão; MARTINS DE PAULA, Heber. Green/sustainable treatment of washing machine greywater for reuse in the built environment. *Cleaner Engineering and Technology*, 2022, vol. 6, p. 100410. DOI 10.1016/j.clet.2022.100410. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666790822000155>

CASTILLO SÁNCHEZ, Jonathan Gustavo y CHIMBO SOLÓRZANO, Jessica Estefanía. Eficiencia en la remoción de materia orgánica mediante lombrifiltros (*Eisenia foetida*) en aguas residuales domésticas para zonas rurales. *Enfoque UTE*, 2021, vol. 12, no 2, p. 80-99. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=572266265006>

CHAPARRO ACUÑA, Sandra Patricia & et al. Caracterización funcional de la almendra de las semillas de mango (*Mangifera indica* L.). *Revista Ciencia en Desarrollo*, 2018, Vol. 6, no 1, p. 67-75 Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S01217488201500010](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S01217488201500010)

0009

CHITRA, Devarajulu y MURUGANANDAM, L. Performance of natural coagulants on greywater treatment. *Recent Innovations in Chemical Engineering (Formerly Recent Patents on Chemical Engineering)*, 2019, vol. 13, no 1, p. 81-92. DOI 10.2174/2405520412666190911142553. Disponible en:

<https://www.researchgate.net/publication/335764538>

CHOUDHARY, Poonam & et al. Mango seed kernel: A bountiful source of nutritional and bioactive compounds. *Food and Bioprocess Technology*, 2023, vol. 16, no 2, p. 289-312. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s1194702202889y>

CHUQUICAJAS MORI, Jorge Valentin y JULCA TENORIO, Ada Nathalie. Coagulantes naturales como alternativa en la remoción de la turbiedad para el tratamiento de aguas superficiales. Tesis de Titulación (Ingeniería Ambiental).

Lima: Universidad César Vallejo, 2021. 50 pp. Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60614/Chuquicajas\\_MJV-Julca\\_TAN-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60614/Chuquicajas_MJV-Julca_TAN-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CÓRDOVA, Antonio Martín y MENDOZA, Carlos Héctor. Revisión de literatura sobre el aprovechamiento de la semilla de mango para la extracción de aceite y sus potenciales aplicaciones en diversas industrias. *Ingeniería Industrial*, 2021, no 41, p. 223-253. doi: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2021.n41.5547> Disponible en:

[https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria\\_industrial/article/view/5547/53](https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/5547/53)

89

DUARTE, Natalia Cangussu & et al. Conventional anaerobic reactors applied to denitrification: A comparison between packed bed and UASB reactors under low COD conditions. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2021, vol. 232, p. 1-11. Disponible en:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s11270-021-05009-2>

GABINO CURIÑAHUI; Lizeth Rocío. *Opuntia ficus-indica* como coagulante para remoción de sólidos suspendidos totales del efluente de beneficio en avícola La Chacra. Título Profesional (Ingeniería Ambiental). Huancayo: Universidad

Continental, 2018. 108 pp. Disponible en:

[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5029/2/IV\\_FIN\\_107\\_TE\\_Gabino\\_Curinahui\\_2018.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/5029/2/IV_FIN_107_TE_Gabino_Curinahui_2018.pdf)

Giani, Carla. 2022. Ejemplos. [En línea] Editorial Etecé, 17 de marzo de 2022.

[Citado el: 1 de septiembre de 2022.]  
<https://www.ejemplos.co/poblacionymuestra/#ixzz7WWMYGLSc>

HUERTA, Pedro y GARCÍA Carrasco, Pedro. La geología del manantial de Los Caños (Vizcaínos, sierra de la Demanda, Burgos) y su relación con los problemas de turbidez. *Geogaceta*, 2018, vol. 64, p. 55-58. Disponible en: [https://sge.usal.es/archivos/geogacetas/geo64/geo64\\_14.pdf](https://sge.usal.es/archivos/geogacetas/geo64/geo64_14.pdf)

IBER, Benedict Terkula & et al. Optimization of chitosan coagulant from dry legs of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* in aquaculture wastewater treatment using response surface methodology (RSM). *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2023, vol. 11, no 3, p. 109761. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343723005006>

Indiamart 2023. *Mango Seed, Packaging Type: Bag, Packaging Size: 50 Kg*. [InterMESH] Telangana : Indiamart, 2023. Disponible en: <https://www.indiamart.com/proddetail/mango-seed-13210287955.html>

INEI. (2022). Producción de agua potable en Lima Metropolitana creció 4,8% en enero de 2022. Lima.

JABEEN, Asma & et al. Mango seed-derived hybrid composites and sodium alginate beads for the efficient uptake of 2, 4, 6-trichlorophenol from simulated wastewater. *Catalysts*, 2022, vol. 12, no 9, p. 972-990. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4344/12/9/972>

JAVE C., Henry & et al. Eficiencia de la remoción de materia orgánica mediante electrocoagulación para tratar aguas residuales procedentes de mataderos. *Rev. de investigación agroproducción sustentable*, 2021, vol. 5, no 2, p. 1-8. Disponible en: <https://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/763>

JAYA CABRERA, Fabián Enrique. Estudio de los sólidos suspendidos en el agua del río Tabacay y su vinculación con la cobertura vegetal y usos del suelo en la microcuenca. Tesis Doctoral. Universidad de Cuenca, 2017. 103 pp. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/288576597.pdf>

LANDÁZURI, Andrea C., & et al. Experimental evaluation of crushed Moringa oleifera Lam. seeds and powder waste during coagulation-flocculation processes.

*Journal of environmental chemical engineering*, 2018. vol. 6, no 4, p. 5443–5451.  
DOI 10.1016/j.jece.2018.08.021. Disponible en:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2213343718304536?via%3Dihub>

Ley N° 17752 (Ley general de aguas). El Comercio, Lima, Perú, 24 de julio de 2019  
Disponible en:  
[file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/DialnetEvolucionHistoricaDeLaLegislacionHidricaEnElPeru-7810817%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/USUARIO/Downloads/DialnetEvolucionHistoricaDeLaLegislacionHidricaEnElPeru-7810817%20(2).pdf)

MADONDO NHLANGANISO, Ivan; RATHILAL, Sudesh y BAKARE, Babatunde Femi. Utilization of Response Surface Methodology in Optimization and Modelling of a Microbial Electrolysis Cell for Wastewater Treatment Using Box– Behnken Design Method. *Catalysts*, 2022, vol. 12, no 9, p. 1052-1071. Disponible en:  
<https://www.mdpi.com/20734344/12/9/1052>

MAHER, Tooba. Advanced Profitable Mango Farming Techniques; Best Climate and Soil for Mango Farming & How to Grow Mango Tree [en línea]. *Krishi Jagran*, 2019. [fecha de consulta: 3 de agosto de 2019]. Disponible en:  
<https://krishijagran.com/agripedia/advanced-profitable-mango-farmingtechniquesbest-climate-soil-land-for-mango-farming-how-to-growmangotree/>

MARTÍNEZ-SOTO, Moisés & et al. El extracto de semillas de mango (*Mangifera indica* L) como coagulante natural en la potabilización de aguas. *Global partnerships for Development and Engineering Education*, 2017, p. 1-8. Disponible en: <http://laccei.org/LACCEI2017BocaRaton/meta/FP227.html>

MEDINA PAREDES, Jhonny; RAMÍREZ DÍAZ, Mario Humberto y MIRANDA, Isaías. Validez y confiabilidad de un test en línea sobre los fenómenos de reflexión y refracción del sonido. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 2019, vol. 11, no 2, p. 104-121. Disponible en:  
[http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/1622/1\\_126](http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/1622/1_126)

MORA-LEÓN, Ana G. & et al. Aluminium recovered coagulant from water treatment sludge as an alternative for improving the primary treatment of domestic

wastewater. *Journal of Cleaner Production*, 2022, vol. 346, p. 131229. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/sdfe/reader/pii/S0959652622008605/pdf>

MORILLO SEMANATE, Leandro Darío & et al. Remoción de tensoactivos y coliformes en aguas residuales domésticas mediante procesos fenton. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2019, vol. 35, no 4, p. 931-943. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37066309012>

MUÑANTE DEL CASTILLO, Armando Iram. Cultura de la conservación del agua en la zona de contribución y la producción de agua potable en Puerto Maldonado – 2018. Tesis Doctoral. Universidad César Vallejo, 2019. 222 pp. Disponible en:

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38413/mu%c3%b1ante\\_da.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38413/mu%c3%b1ante_da.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

NOGUERA MACHADO, Nirza & et al. Propiedad antibacteriana de un extracto de semilla de *Mangifera indica* L. sobre *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina. *Arnaldoa*, 2021, vol. 28, no 1, p. 109-114. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S24133299202100100109](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S24133299202100100109)

OTHMAN, Ben; GONZÁLEZ GALVIS, Juan Pablo. Optimización del proceso de coagulación como pretratamiento de flotación por aire disuelto para la reducción de materia orgánica natural tratando agua del río Ottawa. *L'esprit Ingénieur*, 2020, vol. 11, no 1, p. 73-86. Disponible en: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieur/article/view/2336/1974>

OZYONAR, Fuat y KARAGOZOGLU, Bunyamin. Operating cost analysis and treatment of domestic wastewater by electrocoagulation using aluminum electrodes. *Pol. J. Environ. Stud*, 2010, vol. 20, no 1, p. 173. Disponible en: <http://www.pjoes.com/pdf-88543-22402?filename=Operating%20Cost%20Analysis.pdf>

PÉREZ SAUCEDO, Ma & et al. Caracterización tecno-funcional de un concentrado proteínico obtenido de la semilla de mango (*Mangifera indica* L.). *Biotecnia*, 2021, vol. 23, no 1, p. 120-126. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=672971078015>

PINOS, Juan y MALO-LARREA, Antonio. El derecho humano de acceso al agua: una revisión desde el Foro Mundial del Agua y la gestión de los recursos hídricos en Latinoamérica. *INVURNUS*, 2018, Vol. 13, no. 1, p. 12-20 Disponible en:

<https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11509>

PINTO DE ALCÂNTARA, Jeam Marcel y ALVES BRANDÃO, Euclides Dayvid. XXIII Simpósio brasileiro de recursos hídricos: Análise e discussão das alterações da turbidez no rio itabirito no âmbito da gestão de recursos hídricos. ABRHidro [en línea]. agosto 2018 [Fecha de consulta: 2 de mayo de 2019]. Disponible en:

<http://abrh.s3.amazonaws.com/Eventos/Trabalhos/107/XXIIISBRH0417120190502173145.pdf>

PRIYATHARISHINI, M.; MOKHTAR, N. M. Performance of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) peel coagulant in turbidity reduction under different pH of wastewater. *Materials Today: Proceedings*, 2021, vol. 46, p. 1818-1823.

Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785320378548>

Rabotnikof, Vanesa. 2022. Ejemplos. [En línea] Etecé, 30 de abril de 2022. [Citado el: 13 de octubre de 2022.]

<https://www.ejemplos.co/tiposdeinvestigacion/#ixzz7WWOQzi>

RIVERA-ESTEBAN, Jesús M.; VALVERDE-ALVA, Miguel A.; ALDAMA-REYNA, Claver W. Síntesis y modificación de coloides con nanopartículas de plata por ablación laser en agua desionizada. *Momento*, 2019, no 59, p. 35-48. Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012144702019000200035&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S012144702019000200035&script=sci_arttext)

RODRIGUEZ-VARGAS, Malvin & et al. Validez y confiabilidad de dos instrumentos para evaluar la adherencia al tratamiento en pacientes quemados. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 2022, vol. 26, p. 1-16. Disponible en:

<http://revistaamc.sld.cu/index.php/amc>

RODRÍGUEZ PLAZA, Gabriela Rosa & et al. Cristaloides y coloides en la reanimación del paciente crítico. *RECIMUNDO*, 2019, vol. 3, no 3, p. 372-392.

Disponible en: <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/526/734>

RUILOBA, Ivanova & et al. Elaboración de bioplástico a partir de almidón de

semillas de mango. *Revista de iniciación científica*, 2018, vol. 4, p. 28-32.  
Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1815/2625>

SHAHIMI Wafa, Nur Shahzaiwa & et al. Utilization of Fruit Wastes (Jackfruit and mango seeds and banana trunk) as natural coagulants in treating municipal wastewater. *En IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing, 2021. p. 012049. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1144/1/012049/pdf>

SIONG-CHIN, Chua & et al. Red Lentil (*Lens culinaris*) Extract as a Novel Natural Coagulant for Turbidity Reduction: An Evaluation, Characterization and Performance Optimization Study. *Water*, 2019, vol. 11, p. 1686-1703. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4441/11/8/1686>

TORRES-AVALOS, Gerardo Alonso y LOZANO-GONZÁLEZ, Edith Ariadna. Disminución de sólidos de aguas grises mediante un proceso de aireación. *Ra Ximhai*, 2017, vol. 13, no 3, p. 393-404. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46154070023>

UEDA, Natália & et al. A review of *Moringa oleifera* seeds in water treatment: Trends and future challenges. *Process Safety and Environmental Protection*, 2021, vol. 147, p. 405–420. DOI 10.1016/j.psep.2020.09.044. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582020317626>

WANG, Qian & et al. Efficient removal of Pb (II) and Cd (II) from aqueous solutions by mango seed biosorbent. *Chemical Engineering Journal Advances*, 2022, vol. 11, p. 100295. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/journal/chemicalengineering-journaladvances>

ZAID, Aziz Qannaf & et al. Experimental optimization of *Moringa oleifera* seed powder as biocoagulants in water treatment process. *SN Applied Sciences*, 2019, vol. 1, p. 1-5. DOI 10.1007/s42452-019-0518-0. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-019-0518-0>



### Anexo 1. Matriz de operacionalización

Coagulante a base de la semilla del <i>mangifera indica</i> L. (mango) para el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas						
Variable de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala de medición
Semilla de <i>Mangifera indica</i> L.	Contiene una alta concentración de carbohidratos y altos contenidos de minerales (Escalona et al, 2022).	Se determina las características químicas de la semilla, dosis de coagulante y el tiempo de aplicación	Características químicas de la semilla	Lípidos	%	Razón
				Proteínas		
				Carbohidratos		
				Cenizas		
			Dosis del coagulante de la semilla del mango	D <sub>1</sub> = 100	ppm	Razón
				D <sub>2</sub> = 250		
				D <sub>3</sub> = 400		
			Tiempo de aplicación	T <sub>1</sub> = 5	min	Razón
				T <sub>2</sub> = 10		
T <sub>3</sub> = 15						
Tratamiento de la turbidez	“Es la eliminación de la turbidez mediante procesos de coagulación-floculación, asentamiento y filtración en las plantas potabilizadoras” (Sánchez, párr. 3, 2017).	Se determina la turbidez de aguas residuales mediante el recojo de muestras de aguas residuales domésticas	Turbidez	Turbidez inicial	NTU	Razón
				Turbidez final		



## Anexo 2. Matriz de Consistencia

Título	Formulación del Problema	Objetivo General	Hipótesis General	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas	Variables	Dimensiones	Metodología
Coagulante a base de la semilla del <i>Mangifera indica</i> L. (mango) para el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas	¿Cómo el coagulante de la semilla del mango permite el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas?	Evaluar como el coagulante obtenido a partir de la semilla del mango permite el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas	El coagulante obtenido a partir de la semilla del mango permite reducirla turbidez en aguas residuales domésticas	Determinar las características de la semilla del mango para el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas	Las características del coagulante de la semilla del mango permiten el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas	Semilla del mango	Dosis del coagulante de la semilla del mango	<b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada <b>P:</b> La población de esta investigación son las aguas residuales domésticas. <b>M:</b> La muestra para la investigación estará conformada por un volumen total de 49 litros de aguas residuales domésticas.
				Identificar la dosis adecuada para el coagulante de la semilla del mango para el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas	La dosis para el coagulante de la semilla del mango sería de 15 g en el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas	Tratamiento de la turbidez	Tiempo de aplicación, Concentración inicial y final	
				Determinar el porcentaje en la remoción del tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas con la semilla del mango	El porcentaje de remoción de la turbidez sería de 45% mediante el coagulante de la semilla del mango			

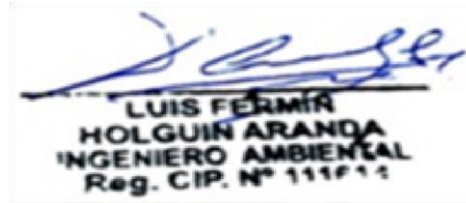
### Anexo 3. Instrumentos de validación

Ficha 1. Las dosis del coagulante de la semilla del mango					
Título:		Coagulante a base de la semilla del mangifera indica (mango) para el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas			
Línea de Investigación:		Tratamiento y Gestión de los Residuos			
Responsable:		Serván Humala, Joshwa Hendricks Erasmo			
Asesor:		Dr. Ordóñez Gálvez, Juan Julio			
N°	N° de dosis	Concentración del agua residual (gr./mL)	Volumen del coagulante (mL)	Volumen de agua (mL)	Concentración de la dosis (gr./mL)

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308



  
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

Ficha 2. El tiempo de aplicación de coagulante

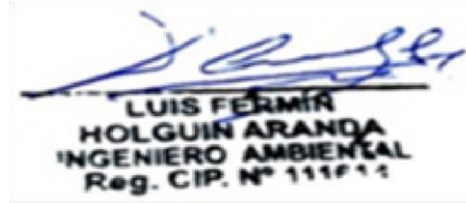
Título:	Coagulante a base de la semilla del <i>Mangifera indica</i> (mango) para el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas				
Línea de Investigación:	Tratamiento y Gestión de los Residuos				
Responsable:	Serván Humala, Joshwa Hendricks Erasmo				
Asesor:	Dr. Ordóñez Gálvez, Juan Julio				
N°	Tiempo (min.)	N° de revoluciones	Cantidad del coagulante (gr.)	Concentración inicial del agua residual (gr./L)	Concentración final del agua residual (gr./L)

--	--	--	--	--	--

Atentamente,

Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308




Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

Ficha 3. Determinación de la turbidez del agua floculada

Título:	Coagulante a base de la semilla del <i>Mangifera indica</i> (mango) para el tratamiento de la turbidez en aguas residuales domésticas				
Línea de Investigación:	Tratamiento y Gestión de los Residuos				
Responsable:	Serván Humala, Joshwa Hendricks Erasmo Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio				
Asesor:					
N°	Turbidez del agua residual (NTU)	Volumen del agua residual (ml)	Cantidad del coagulante (gr.)	Tiempo de agitación (min.)	Turbidez del agua floculada (NTU)


Atentamente,

  
  
Juan Julio Ordoñez Galvez  
DNI: 08447308  
LUIS FERMÍN  
HOLGUÍN ARANDA  
INGENIERO AMBIENTAL  
Reg. CIP. N° 111011  
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
CIP N° 25450

## Anexo 4. Fichas de validación de instrumentos

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Hidrólogo ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1**
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: **Joshwa Hendricks Erasmo Serván Humala**

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN


CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
		1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

<b>SI</b>
<b>90%</b>

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447300

Lima, 02 de julio del 2022



## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 2
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Joshua Hendricks Erasmo Serván Humala

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 02 de julio del 2022

  
 Juan Julio Ordoñez Gálvez  
 DNI: 08447308

## VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Hidrólogo ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha 3
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Joshwa Hendricks Erasmo Serván Humala

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 02 de julio del 2022

SI
90%

  
 DEL EVALUADOR



## INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Holguin Aranda, Luis Fermin**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniero ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1**
- 1.5. Autor (a) de Instrumento: **Joshwa Hendricks Erasmo Serván Humala**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE

95% VALORACIÓN:

si

  
**LUIS FERMIN  
 HOLGUIN ARANDA  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP. N° 111711**

Lima, 02 de julio del 2022

## INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Holguín Aranda, Luis Fermin**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniero ambiental**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 2**  
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Joshwa Hendricks**  
**Erasmó Serván Humala**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología aplicados para lograr y diseño probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación
- 

Si

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima,

02 de julio del 2022

  
**LUIS FERMIN**  
**HOLGUIN ARANDA**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
 Reg. CIP. N° 11112 11

## INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Holguin Aranda, Luis Fermin**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente Universidad César Vallejo**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniero Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 3**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Joshwa Hendricks**  
**Erasmó Serván Humala**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología aplicados para lograr y diseño probar las hipótesis.													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													X

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

X
95 %

Lima, 02 de julio del 2022

  
**LUIS FERMIN**  
**HOLGUIN ARANDA**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
Reg. CIP. N° 111711



## INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de recursos naturales**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 1**  
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Joshwa Hendricks Erasmo Serván Humala**

### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:


- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación - El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%
-----

Lima, 02 de julio del 2022

  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450

# INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

## I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**  
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**  
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de recursos naturales**  
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 2**  
 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Joshwa Hendricks Erasmo Serván**

**Humala**

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación - El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
90%

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 02 de julio del 2022

  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25459

# INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN

## I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. Acosta Suasnabar, Eusterio Horacio**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador/UCV Campus Los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Calidad y Gestión de recursos naturales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Ficha 3**
- 1.5. Autor(a) de Instrumento: **Joshwa Hendricks Erasmo Serván**

**Humala**

## II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación - El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

X
90%

### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Lima, 02 de julio del 2022

  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP: N° 25450

**Anexo 5. Tabla de diseño de Box-Benhken**

Experimento	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	pH inicial	Tiempo (min)	Dosis (ppm)	Turb inicial (NTU)	Turb final (NTU)	Remoción	pHfinal
1A	0	-1	-1	7.02	5	100	1100	247	77.55%	7.01
1B	0	-1	-1	6.99	5	100	1000	261	73.90%	7.01
1C	0	-1	-1	7.00	5	100	1048	228	78.24%	7.01
1D	0	-1	1	6.99	5	400	1007	288	71.40%	7.01
1E	0	-1	1	7.02	5	400	1100	267	75.73%	7.03
1F	0	-1	1	6.99	5	400	1047	265	74.69%	7.01
1G	0	1	-1	6.99	15	100	1000	261	73.90%	7.01
1H	0	1	-1	7.01	15	100	1007	266	73.58%	7.02
1I	0	1	-1	7.00	15	100	1010	258	74.46%	7.01
1J	0	1	1	7.01	15	400	1100	283	74.27%	7.00
1K	0	1	1	6.99	15	400	1047	245	76.60%	7.01
1L	0	1	1	7.00	15	400	1048	229	78.15%	7.02
1LL	0	0	0	7.00	10	250	1100	212	80.73%	7.01
1M	0	0	0	7.01	10	250	1087	201	81.51%	7.02
1N	0	0	0	7.00	10	250	1000	75	92.50%	7.00
1O	0	0	0	7.00	10	250	1100	292	73.45%	7.07
1P	0	0	0	7.00	10	250	1100	296	73.09%	7.05
1Q	0	0	0	7.00	10	250	1100	251	77.18%	7.07
1R	0	0	0	7.00	10	250	1100	246	77.64%	7.02
1S	0	0	0	7.00	10	250	1100	265	75.91%	7.03
1T	0	0	0	7.00	10	250	1100	261	76.27%	7.00
2A	-1	0	-1	4.01	10	100	1077	156	85.52%	4.08
2B	-1	0	-1	4.00	10	100	1100	124	88.73%	4.08
2C	-1	0	-1	4.00	10	100	1100	130	88.18%	4.03
2D	-1	0	1	3.99	10	400	1074	139	87.06%	4.05
2E	-1	0	1	4.00	10	400	1080	101	90.65%	4.03
2F	-1	0	1	4.00	10	400	1076	81	92.47%	4.01
3A	1	0	-1	10.01	10	100	1000	92	90.80%	10.01
3B	1	0	-1	10.00	10	100	1030	69	93.30%	10.02
3C	1	0	-1	10.00	10	100	1024	62	93.95%	10.00

3D	1	0	1	10.00	10	400	1022	78	92.37%	10.01
3E	1	0	1	9.99	10	400	1022	75	92.66%	10.04
3F	1	0	1	10.00	10	400	1018	74	92.73%	10.02
4A	-1	-1	0	4.01	5	250	1100	198	82.00%	4.01
4B	-1	-1	0	4.00	5	250	1100	185	83.18%	4.02
4C	-1	-1	0	4.00	5	250	1097	160	85.41%	4.01
4D	-1	1	0	4.00	15	250	1100	153	86.09%	4.00
4E	-1	1	0	4.01	15	250	1084	134	87.64%	4.01
4F	-1	1	0	4.00	15	250	1100	151	86.27%	4.01
5A	1	-1	0	10.01	5	250	1100	200	81.82%	10.02
5B	1	-1	0	10.00	5	250	1100	197	82.09%	10.01
5C	1	-1	0	10.00	5	250	1100	79	92.82%	10.01
5D	1	1	0	10.00	15	250	1100	67	93.91%	10.00
5E	1	1	0	10.00	15	250	1100	71	93.55%	10.02
5F	1	1	0	10.00	15	250	1101	76	93.10%	10.04



## Anexo 6. Resultado del Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome  
ev.turnitin.com/app/carta/es/?ro=103&lang=es&u=1088032488&s=1&o=2137586589

feedback studio | Joshua Hendricks Erasmo Serván Humala | Coagulante a bas... | /null | 1 de 286

**Resumen de coincidencias**

**12 %**

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1 %
3	www.scielo.org.mx Fuente de Internet	1 %
4	www.researchgate.net Fuente de Internet	1 %
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
6	repositorio.utels.edu.pe	1 %

Página: 1 de 29 | Número de palabras: 7790 | Versión solo texto del informe | Alta resolución | Activado

11:01 27/07/2023