



Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión
Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

**Aplicación de coagulantes de mango, tuna y sábila para el tratamiento fisicoquímico
de aguas grises del Centro Poblado de Vilchhuaura**

Tesis
Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autores
Nuria del Pilar Diaz Ramirez
Frank W. Diuks Diego Cuipal

Asesora
Mg. Tania Ivette Mendez Izquierdo



TANIA IVETTE
MENDEZ IZQUIERDO
INGENIERA AMBIENTAL
Reg. CIP N° 185644

Huacho – Perú
2026



Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Reconocimiento: Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

**Facultad de Ingeniería Agraria, Industrias Alimentarias y Ambiental
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**

METADATOS

DATOS DEL AUTOR (ES):		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	FECHA DE SUSTENTACIÓN
Diaz Ramirez, Nuria del Pilar	70312701	27 - 02 - 2026
Diego Cuipal, Frank W. Diuks	73706547	27 - 02 - 2026
DATOS DEL ASESOR:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Mendez Izquierdo, Tania Ivette	46925087	https://orcid.org/0000-0002-2473-4610
DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADO – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:		
APELLIDOS Y NOMBRES	DNI	CÓDIGO ORCID
Castro Tena, Lucero Katherine	70837735	https://orcid.org/0000-0002-6770-8615
Andrade Giron, Elia Clorinda	15647991	https://orcid.org/0000-0002-2126-7869
Rodriguez Bolivar, Edwin Rafael	45660115	https://orcid.org/0009-0009-4907-0804

2026-03393NURIA DEL PILAR DIAZ RAMIREZ 2026-... BORRADOR NURIA Y FRANK.pdf

UI-FIAIAYA PREGRADO 2026
Unidad de Investigación FIAIAYA-2026
Facultad de Ingeniería Agrarias, Industrias Alimentarias y Ambiental

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3457595105

Fecha de entrega

14 ene 2026, 3:01 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

14 ene 2026, 3:06 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

BORRADOR_NURIA_Y_FRANK.pdf

Tamaño del archivo

6.4 MB

108 páginas

18.731 palabras

106.093 caracteres



Página 2 de 113 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid:::1:3457595105

18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 6% Publicaciones
- 10% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a todas las mujeres de mi familia y a mis amigas, en especial a mi madre, pues los valores que me inculcó, al amor incondicional que siempre me ha brindado y su apoyo constante han hecho posible que hoy pueda cumplir el sueño de convertirme en una profesional.

NURIA

A mis padres, cuyo apoyo incondicional ha sido el cimiento silencioso detrás de cada paso en este camino. Este trabajo refleja que el equilibrio entre libertad personal y disciplina profesional no solo es posible, sino esencial. El conocimiento también nace desde mentes abiertas, críticas y comprometidas con el ambiente. Porque para alcanzar lo más alto, es necesario pensar desde lo alto.

FRANK

AGRADECIMIENTO

A los miembros del jurado evaluador por otorgarnos brindarnos su tiempo y recomendaciones para llevar a cabo esta investigación; a nuestra asesora Ing. Méndez Izquierdo, Tania Ivette por creer en nuestra capacidad y apoyarnos en todo este proceso.

Al técnico del laboratorio de Calidad Ambiental, Aire y Ruido por facilitarnos siempre un espacio para trabajar y desarrollar nuestra investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTO	6
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
RESUMEN	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	12
1.2. Formulación del problema	13
1.2.1. Problema general	13
1.2.2. Problemas específicos.....	13
1.3. Objetivos de la investigación.....	13
1.3.1. Objetivo general.....	13
1.3.2. Objetivos específicos	13
1.4. Justificación de la investigación	14
1.5. Delimitación del estudio	14
1.5.1. Delimitación temporal.	14
1.5.2. Delimitación geográfica.....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes de la investigación.....	15
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	15
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	17
2.2. Bases teóricas.....	19

2.3. Bases filosóficas	27
2.4. Definición de términos básicos.....	28
2.5. Hipótesis de investigación	28
2.5.1. Hipótesis general.....	28
2.5.2. Hipótesis específicas.....	29
2.6. Operacionalización de las variables.....	30
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	31
3.1. Diseño metodológico	31
3.1.1. Tratamientos	31
3.1.2. Características de la investigación.....	33
3.1.3. Conducción del experimento	33
3.2. Población y muestra.....	46
3.2.1. Población	46
3.2.2. Muestra	46
3.3. Técnicas de recolección de datos.....	47
3.4. Técnicas para el procesamiento de la información.....	47
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	48
4.1. Análisis de resultados	48
4.2. Contrastación de hipótesis	51
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN	65
5.1. Discusión de resultados	65
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
6.1. Conclusiones.....	68
6.2. Recomendaciones	68
CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes químicos del aloe vera	23
Tabla 2. Operacionalización de variables estadísticas	30
Tabla 3. Características de los tratamientos con el coagulante de tuna	31
Tabla 4. Características de los tratamientos con el coagulante de sábila	32
Tabla 5. Características de los tratamientos con el coagulante de mango	32
Tabla 6. Propiedades de las muestras de aguas grises del centro poblado Vilcahuaura	48
Tabla 7. Propiedades de las aguas grises coaguladas con los productos naturales	49
Tabla 8. Ensayos de normalidad para las subvariables del agua gris y tipo de coagulante ..	51
Tabla 9. Kruskal-Wallis entre la concentración de penca de tuna y la turbidez	51
Tabla 10. Análisis de varianza entre la concentración de penca de tuna y la conductividad	53
Tabla 11. Test de tukey entre las concentraciones del coagulante de tuna y la conductividad	53
Tabla 12. Análisis de varianza entre la concentración de penca de tuna y la pH	54
Tabla 13. Kruskal-Wallis entre la concentración de penca de sábila y la turbidez	56
Tabla 14. Kruskal-Wallis entre la concentración de penca de sábila y la conductividad	57
Tabla 15. Análisis de varianza entre la concentración de penca de sábila y la pH	58
Tabla 16. Kruskal-Wallis entre la concentración de semilla de mango y la turbidez	60
Tabla 17. Kruskal-Wallis entre la concentración de semilla de mango y la conductividad ..	61
Tabla 18. Análisis de varianza entre la concentración de semilla de mango y la pH	63
Tabla 19. Dosis efectiva del coagulante de penca de tuna, de sábila y semilla de mango ...	64

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Movimiento browniano de los coloides. Obtenido de Garritz (1998).....	20
<i>Figura 2.</i> Interacción de capas entre dos coloides. Obtenido de Barrios y Martínez (2023).....	21
<i>Figura 3.</i> Puentes entre 2 coloides gracias a cadenas de polímeros. Obtenido de Aguilar (2002)	21
<i>Figura 4.</i> Partes de la sábila. Obtenido de Romano (2000).....	22
<i>Figura 5.</i> Pencas de la tuna. Obtenido de Ramírez y otros (2012).....	24
<i>Figura 6.</i> Mucílago del nopal. Obtenido de Chamaca Luna (2023).....	25
<i>Figura 7.</i> Partes del mango. Obtenido de Huaman y Rojas (2024).....	26
<i>Figura 8.</i> Diferencia entre aguas grises y aguas negras de retrete. Obtenido de Arreneche (2021).	27
<i>Figura 9.</i> Indumentaria y equipamiento. Fuente: Propia.....	33
<i>Figura 10.</i> Recojo de muestras de agua gris del canal de ingreso a la JASS Vilcahuaura. Fuente: Propia.....	34
<i>Figura 11.</i> Colocación de las etiquetas. Fuente: Propia.	34
<i>Figura 12.</i> Guardado de las aguas grises en el cooler. Fuente: Propia.....	35
<i>Figura 13.</i> Lavado de las pencas con agua destilada. Fuente: Propia.	35
<i>Figura 14.</i> Pelado de las cáscaras. Fuente: Propia.	36
<i>Figura 15.</i> Calentamiento de las pencas en la estufa. Fuente: Propia.	36
<i>Figura 16.</i> Aplastamiento de las pencas secas con un mortero. Fuente: Propia.....	37
<i>Figura 17.</i> Filtración del polvo de tuna. Fuente: Propia.....	37
<i>Figura 18.</i> Liberación del gel. Fuente: Propia.....	38
<i>Figura 19.</i> Calentamiento del gel en estufa. Fuente: Propia.	38
<i>Figura 20.</i> Aplastamiento del gel con un mortero. Fuente: Propia.	39
<i>Figura 21.</i> Filtración del polvo de sábila. Fuente: Propia.	39
<i>Figura 22.</i> Lavado de los mangos. Fuente: Propia.....	40
<i>Figura 23.</i> Liberación de las pepas. Fuente: Propia.	40
<i>Figura 24.</i> Secado de las semillas de mango. Fuente: Propia.	41
<i>Figura 25.</i> Molido de las semillas de mango. Fuente: Propia.	41
<i>Figura 26.</i> Tamizado del polvo de mango. Fuente: Propia.	42
<i>Figura 27.</i> Pesado de los tres polvos coagulantes. Fuente: Propia.....	42

<i>Figura 28.</i> Soluciones madre de los tres polvos coagulantes. Fuente: Propia.....	43
<i>Figura 29.</i> Ecuación de las diluciones. Fuente: Propia.	43
<i>Figura 30.</i> Acondicionamiento de un vaso de precipitado sobre el agitador. Fuente: Propia.	44
<i>Figura 31.</i> Dosificación del coagulante de tuna. Fuente: Propia.....	44
<i>Figura 32.</i> Dosificación del coagulante de sábila. Fuente: Propia.	45
<i>Figura 33.</i> Dosificación del coagulante de mango. Fuente: Propia.....	45
<i>Figura 34.</i> Uso del multiparámetro. Fuente: Propia.	46
<i>Figura 35.</i> Turbiedad resultante con el coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.....	52
<i>Figura 36.</i> Conductividad resultante con el coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.	54
<i>Figura 37.</i> pH resultante con el coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.	55
<i>Figura 38.</i> Turbiedad resultante con el coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.	57
<i>Figura 39.</i> Conductividad resultante con el coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.	58
<i>Figura 40.</i> pH resultante con el coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.	59
<i>Figura 41.</i> Turbiedad resultante con el coagulante de semilla de mango. Fuente: Propia... ..	61
<i>Figura 42.</i> Conductividad resultante con el coagulante de semilla de mango. Fuente: Propia.....	62
<i>Figura 43.</i> pH resultante con el coagulante de semilla de mango. Fuente: Propia.	63
<i>Figura 44.</i> Instrumento 1: Registro de cadena de custodia. Fuente: Propia.	80
<i>Figura 45.</i> Instrumento 2: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de tuna. Fuente: Propia.....	81
<i>Figura 46.</i> Instrumento 3: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de sábila. Fuente: Propia.....	82
<i>Figura 47.</i> Instrumento 4: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de semilla de mango. Fuente: Propia.	83
<i>Figura 48.</i> Ubicación del lugar de muestreo del agua gris. Fuente: Propia.	84
<i>Figura 49.</i> Evaluación del primer instrumento por parte del primer experto. Fuente: Propia.	85
<i>Figura 50.</i> Evaluación del segundo instrumento por parte del primer experto. Fuente: Propia.....	86

<i>Figura 51.</i> Evaluación del tercer instrumento por parte del primer experto. Fuente: Propia.	87
<i>Figura 52.</i> Evaluación del cuarto instrumento por parte del primer experto. Fuente: Propia.	88
<i>Figura 53.</i> Evaluación del primer instrumento por parte del segundo experto. Fuente: Propia.	89
<i>Figura 54.</i> Evaluación del segundo instrumento por parte del segundo experto. Fuente: Propia.	90
<i>Figura 55.</i> Evaluación del tercer instrumento por parte del segundo experto. Fuente: Propia.	91
<i>Figura 56.</i> Evaluación del cuarto instrumento por parte del segundo experto. Fuente: Propia.	92
<i>Figura 57.</i> Evaluación del primer instrumento por parte del tercer experto. Fuente: Propia.	93
<i>Figura 58.</i> Evaluación del segundo instrumento por parte del tercer experto. Fuente: Propia.	94
<i>Figura 59.</i> Evaluación del tercer instrumento por parte del tercer experto. Fuente: Propia.	95
<i>Figura 60.</i> Evaluación del cuarto instrumento por parte del tercer experto. Fuente: Propia.	96
<i>Figura 61.</i> Parámetros de la muestra de agua gris. Fuente: Propia.	97
<i>Figura 62.</i> Tratamiento: 50 mg/L de coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.	97
<i>Figura 63.</i> Tratamiento: 100 mg/L de coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.	97
<i>Figura 64.</i> Tratamiento: 150 mg/L de coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.	98
<i>Figura 65.</i> Tratamiento: 200 mg/L de coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.	98
<i>Figura 66.</i> Tratamiento: 250 mg/L de coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.	98
<i>Figura 67.</i> Tratamiento: 50 mg/L de coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.	99
<i>Figura 68.</i> Tratamiento: 100 mg/L de coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.	99
<i>Figura 69.</i> Tratamiento: 150 mg/L de coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.	99
<i>Figura 70.</i> Tratamiento: 200 mg/L de coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.	100
<i>Figura 71.</i> Tratamiento: 250 mg/L de coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.	100
<i>Figura 72.</i> Tratamiento: 50 mg/L de coagulante de mango. Fuente: Propia.	100

Figura 73. Tratamiento: 100 mg/L de coagulante de mango. Fuente: Propia. 101
Figura 74. Tratamiento: 150 mg/L de coagulante de mango. Fuente: Propia. 101
Figura 75. Tratamiento: 200 mg/L de coagulante de mango. Fuente: Propia. 101
Figura 76. Tratamiento: 250 mg/L de coagulante de mango. Fuente: Propia. 102

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la efectividad de los coagulantes naturales en el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura. **Metodología:** Primero, fueron extraídos 36 litros de efluentes grises del centro poblado Vilcahuaura. Luego, han sido recogidas cinco hojas de tuna y se volvieron coagulantes mediante: Eliminación de espinas, corte del mucílago en partes rectangulares, secado en estufa a 60 °C, triturado, tamizado a 250 um y disolución. Fueron compradas cinco hojas de sábila y se transformaron en coagulante a través de: Lavado, pelado de las hojas, cortado del gel, deshidratación a 50 °C por 48 horas, molido y disolución. Después, se consiguieron tres kilogramos de mangos y se procesaron así: Lavado, pelado, liberación de pepas, secado de semillas, molido de semillas y disolución. Finalmente, se colocaron las muestras dentro de jarras de un litro, se les colocaron cantidades de 50, 100, 150, 200 y 250 mg/L de los polvos de tuna, mango y sábila; se agitaron las jarras a 100 rpm por un minuto y a 30 rpm por quince minutos. **Resultados:** La muestra al comienzo presentó 988 UNT de turbidez, pH de 7.82 y conductividad de 743 uS/cm. Los 250 mg/L del coagulante de tuna cambiaron las propiedades del agua gris a: 144 UNT, 6.9 de pH y 878 uS/cm. Los 250 mg/L del coagulante de sábila modificaron las propiedades de la muestra a: 196 UNT, 7.43 de pH y 911 uS/cm Los 250 mg/L del coagulante de sábila hicieron variar las propiedades del efluente a: 153 UNT, 7.01 de pH y 733 uS/cm. **Conclusiones:** Los 3 coagulantes fueron efectivos para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises provenientes del poblado Vilcahuaura porque permitieron que el agua tratada cumpla los requisitos del ECA Agua Cat. 3.

Palabras Claves: Coagulación, penca, turbidez, agua gris.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effectiveness of natural coagulants in the physicochemical treatment of greywater generated in the town of Vilcahuaura. **Methodology:** First, 36 liters of gray effluent were extracted from the Vilcahuaura town center. Five prickly pear leaves were then collected and converted into coagulant by removing the spines, cutting the mucilage into rectangular pieces, drying in an oven at 60°C, crushing, sieving at 250 µm, and dissolving. Five aloe vera leaves were purchased and transformed into coagulant by washing, peeling the leaves, cutting the gel, dehydrating at 50°C for 48 hours, grinding, and dissolving. Three kilograms of mangoes were then obtained and processed as follows: washing, peeling, removing the seeds, drying the seeds, grinding the seeds, and dissolving. Finally, the samples were placed in one-liter jars, filled with 50, 100, 150, 200, and 250 mg/L of the prickly pear, mango, and aloe vera powders; the jars were shaken at 100 rpm for one minute and at 30 rpm for fifteen minutes. **Results:** The grey water initially had a turbidity of 988 NTU, a pH of 7.82, and a conductivity of 743 uS/cm. The 250 mg/L of prickly pear coagulant changed the properties of the grey water to: 144 NTU, a pH of 6.9, and 878 uS/cm. The 250 mg/L of aloe vera coagulant changed the properties of the grey water to: 196 NTU, a pH of 7.43, and 911 uS/cm. The 250 mg/L of mango coagulant changed the properties of the grey water to: 153 NTU, a pH of 7.01, and 733 uS/cm. **Conclusions:** The three coagulants were effective for the physicochemical treatment of greywater from the town of Vilcahuaura because they enabled the treated water to meet the requirements of ECA Water Category 3.

Keywords: Coagulation, stalk, turbidity, grey water.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a Arreneche (2021, p. 384), la examinación de métodos destinados a descontaminar efluentes grises está tomando relevancia en los últimos años debido a las normativas ambientales más exigentes y a la creciente implementación de la economía circular por parte de las naciones. Al reutilizar ese tipo de aguas residuales se logra: Minimizar la explotación del agua atrapada en acuíferos y ríos, reducir el caudal de residuos líquidos que ingresan a las infraestructuras de saneamiento y mantener el ciclo de nutrientes en caso se apliquen a cultivos.

Guzzini (2015, p. 378) destaca que ciertos componentes químicos sintetizados biológicamente por especies animales y vegetales han llamado la atención de los especialistas en el ámbito del tratamiento de efluentes ya que cumplen una labor parecida a los productos derivados de aluminio en lo que respecta a la anulación de las cargas eléctricas que rodean a los diminutos sólidos causantes de turbiedad, pero también ofrecen otros beneficios adicionales como: Formación de flóculos a mayores velocidades, funcionar eficazmente en un gran margen de condiciones de pH, creación de lodos más densos y ser aplicables a líquidos turbios de todo tipo incluyendo las aguas grises.

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Tevalcor (2023) menciona que a nivel internacional únicamente el 25% de las aguas residuales generadas por los domicilios e industrias reciben un tratamiento idóneo. Mientras que el otro porcentaje restante representa uno de los más grandes desafíos que afrontan muchos países actualmente, puesto que los múltiples contaminantes de esas aguas al ingresar en cuerpos de agua superficial que otorgan servicios ecosistémicos como el abastecimiento de agua para consumo directo, uso agrícola o uso industrial tienen un elevado potencial para provocar serias repercusiones negativas en la salud pública.

En el contexto latinoamericano, Social Impact (2022) manifiesta que un 65% de los efluentes domésticos no depurados completamente son regados en suelos o mezclados con aguas fluviales, lénticas u oceánicas volviéndose un peligro para la salud humana debido a ciertos componentes tóxicos, bioacumulables y biológicos que traen consigo; siendo los infantes y personas de la tercera edad las más susceptibles a padecer alguna enfermedad mortal.

A nivel nacional, El Comercio (2024) comenta que la depuración de efluentes domésticos e industriales ha tenido un progreso visible puesto que se han implementado más de doscientas estaciones de descontaminación de efluentes, donde el 70% de las mismas operan eficazmente y se ocupan de distribuir el agua tratada hacia los ecosistemas acuáticos, como insumo para ciertas industrias o hacia las zonas cultivables aledañas. A su vez, el aumento de la población obliga a que el enfoque actual del país sea acrecentar una mayor producción de alimentos, la cual es una actividad que consume agua limpia en volúmenes significativos, mediante el reciclado de nutrientes presentes en los efluentes tratados y sustituyendo así a otras fuentes con una oferta limitada.

En el ámbito local, Díaz (2022) asegura que los habitantes del centro poblado de Vilcahuaura recolectan el recurso hídrico retenido en el subsuelo a través de tuberías y los efluentes grises que se forman tras aprovechar el agua en sus labores cotidianas se disponen en una red que las transporta hacia una pequeña estación depuradora operada por los propios pobladores donde recibirán los tratamientos más básicos. Sin embargo, el agua tratada aún se mantiene turbia provocando que se implementen tratamientos adicionales mediante el añadido de agentes coagulantes inorgánicos.

Por todo lo mostrado previamente, el presente estudio tiene la intención de aprovechar la composición bioquímica de las semillas de mango, sábila y tuna para obtener productos potencialmente aplicables en la depuración de los efluentes turbios generados por la comunidad de Vilcahuaura. Se examinará la variación de tres principales parámetros del agua como la turbiedad, pH y conductividad eléctrica.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Los coagulantes naturales son efectivos en el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es la concentración del coagulante de tuna más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura?

¿Cuál es la concentración del coagulante de sábila más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura?

¿Cuál es la concentración del coagulante de mango más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la efectividad de los coagulantes naturales en el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la concentración del coagulante de tuna más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

Determinar la concentración del coagulante de sábila más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

Determinar la concentración del coagulante de mango más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

1.4. Justificación de la investigación

Los operarios de las estaciones depuradoras de efluentes de toda clase siempre tienen como principal preocupación las formas de como minimizar los gastos ocasionados por cada proceso descontaminante ejecutado, esa situación empeora cuando la infraestructura se mantiene en funcionamiento con poca colaboración del Estado tal y como es el caso de la que se ubica en las periferias del centro poblado Vilcahuaura donde las inversiones más significativas se efectúan durante la fase de coagulación a través de la compra de sacos llenos con alumbre (sulfato de aluminio).

El tratamiento del agua gris se convierte en una técnica a considerar para elevar el suministro hídrico dirigido a la acción del riego puesto que dicha labor es una de las que demanda mayor cantidad de agua respecto a otros sectores, lo que promueve situaciones conflictivas entre los usuarios del recurso; por ende, para garantizar la continuidad del tratamiento de los efluentes grises a bajo costo es idóneo conseguir un reemplazo para el alumbre a través de la extracción de componentes bioactivos en el interior de las pencas de tuna, sábila y semillas de mango, los cuales son recursos prácticamente ilimitados que pueden ser encontrados plantados en muchas zonas del territorio local así como también dentro de desechos orgánicos generados por los pobladores.

1.5. Delimitación del estudio

1.5.1. Delimitación temporal.

El periodo de tiempo necesario para la planificación y ejecución de la investigación abarcó todo el año 2025.

1.5.2. Delimitación geográfica.

La ubicación donde se llevó a cabo el muestreo del agua gris fue dentro de la estación depuradora cercana al centro poblado de Vilcahuaura cuyas coordenadas UTM son: 228685 E y 8773845 N.

Las pruebas de depuración con los tres coagulantes propuestos en esta investigación han sido ejecutadas dentro del taller de calidad de aire de la UNJFSC.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Chamaca Luna (2023) en su tesis realizada en Bolivia, tuvo como objetivo evaluar la capacidad coagulante de la sábila y tuna para quitar la turbidez del río Pallina. En esta investigación primero se recolectaron muestras de agua del río siguiendo los lineamientos de la Norma Boliviana 496. Luego, se preparó el coagulante de sábila mediante las fases de limpieza, pelado, corte de mucílago, secado de 38°C por 48 horas, triturado y tamizado. Después, se obtuvo el coagulante de tuna a través de la limpieza, pelado, cortado, secado de 60°C por 48 horas, triturado, tamizado y extracción con etanol por 4 horas. Por último, fue ejecutado el ensayo de jarras en los laboratorios del Instituto de Ingeniería Sanitaria tomando en cuenta una velocidad de agitación rápida de 100 rpm por 2 minutos, una velocidad lenta de 40 rpm durante 20 minutos y una sedimentación de 30 minutos. Como resultados, la cantidad inicial de turbidez fue 46.2 NTU. Además, la aplicación de 20 mg/L de coagulante de sábila removió 53.14% de turbidez y la dosis de 30 mg/L del coagulante de tuna eliminó 82.45% de turbidez. Como conclusión, los coagulantes naturales demostraron ser una alternativa eficaz para clarificar el agua del río Pallina.

Oliveros Godínez (2022) en su tesis elaborada en Guatemala, tuvo como objetivo utilizar un coagulante a base de semilla de mango para potabilizar el agua de un río. La metodología empleada en primer lugar fue el muestreo de 15 litros de agua contaminada cerca de la planta de potabilización EMPAGUA. En segundo lugar, se eligieron frutas de mango maduras, se tostaron las semillas a 105 °C por un día y se aplastaron con un mortero hasta volverlas polvo. En tercer lugar, para el ensayo de jarras se adicionaron diversas dosis de coagulante a los vasos de precipitado de dos litros que contenían el agua y se aplicó una mezcla acelerada de 100 rpm por 60 segundos. Luego, se siguió con una mezcla lenta de 60 rpm por 15 minutos. Los resultados indican que la muestra presentaba una muestra de 215 UNT. Además, las dosis de 40, 50, 60, 80 y 90 mg/L alcanzaron un rango de turbidez de 57.9, 52.2, 19.8, 14.6, 4 y 2.71 UNT respectivamente. Como conclusión, el coagulante demostró ser útil para bajar la turbiedad del agua a una dosis de 90 mg/L.

Barrios y Martínez (2023) en su tesis realizada en Colombia, tuvieron como objetivo evaluar las propiedades coagulantes del mango sobre la turbiedad de efluentes domésticos grises. En primer lugar se compraron mangos para preparar el coagulante y se ejecutaron éstas etapas: Secado en estufa a 300 °C y trituración de semillas. En segundo lugar, las muestras de agua fueron obtenidas en las periferias de la planta de tratamiento Acolda. En tercer lugar, para la prueba de jarras se adquirieron 5 beakers con un litro de agua cada uno y después agregaron dosis de coagulante natural a 50, 75, 100, 125 y 150 mg/L junto con una mezcla rápida de 100 rpm durante 40 segundos y otra lenta de 45 rpm por 15 minutos. Como resultados, los parámetros iniciales de la muestra han sido: 24.4 NTU de turbidez y 7.9 de pH. También, las dosis de 50, 75, 100, 125 y 150 mg/L lograron remociones de turbidez de 54%, 22%, 10%, 5% y 18% respectivamente. Como conclusión, la dosis más baja del coagulante natural logró una reducción superior de turbidez respecto de las otras cantidades utilizadas.

Huertas Oleas (2022) en su tesis realizada en Ecuador, tuvo como objetivo usar un coagulante de sábila y un coagulante de pitahaya para aclarar el agua y volverla apta para consumo humano. La metodología empezó obteniendo el coagulante de sábila mediante el retirado de la cáscara y el cortado en trozos del gel resultante. Después, el polvo de pitahaya se obtuvo mediante: Quitado de cáscara, deshidratación de la cáscara a 53°C por 30 horas y trituración. Finalmente, se prepararon las muestras de agua turbia. Por último, se añadieron las dosis a cada vaso de precipitado con 500 mL de muestra y fueron realizadas: Una mezcla rápida de 100 rpm por 1 minuto, una mezcla lenta de 40 rpm por 15 minutos y 15 minutos de sedimentación. Como resultados, la muestra tenía una turbidez de 93.7 UNT. Además, 120 mg/L de coagulante de sábila disminuyó la turbidez en un 87.834% mientras que 40 mg/L de coagulante de pitahaya quitó un 87.407% de turbidez. Como conclusión, los tratamientos con ambas dosis óptimas de productos permiten cumplir la normativa INEN 1108 sobre calidad de agua para consumo humano.

Terán Sánchez (2022) en su tesis realizada en Ecuador, tuvo como objetivo principal analizar el rendimiento de un coagulante de tuna sobre la reducción de turbidez de las aguas del río Carrizal. En primer lugar, se compraron pencas de tuna frescas, se les extrajo el mucílago, se deshidrató ese mucílago y se obtuvo una harina que fue disuelta al 8% en masa. De igual manera, se llevó a cabo otro método de preparación en el que se precipitaba el mucílago con etanol al 96% de pureza. En segundo lugar, las muestras de agua fueron obtenidas del río Carrizal. En tercer lugar,

fue ejecutado el ensayo de jarras donde se mezclaron las muestras y las dosis de los coagulantes. Como resultados, los parámetros iniciales de las muestras fueron: 194 NTU de turbidez y 572.13 mg/L de SST. Por otro lado, la dosis de 10 mL del coagulante obtenido por la extracción con etanol unido a una agitación lenta de 60 rpm logró remover 99.67% de turbidez. Se concluyó que la tuna es apropiada para elaborar productos que permiten clarificar los recursos hídricos.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Mestanza Inga (2023) en su tesis realizada en la provincia de Utcubamba, tuvo como objetivo comparar las eficiencias de un coagulante de tuna y un coagulante de sábila en lo que respecta a la eliminación de turbidez en las aguas de la quebrada Piatana. La metodología de este estudio experimental consistió en preparar ambos coagulantes naturales a través de las etapas: Remoción de cutícula, corte, secado, molienda, tamizado y disolución. Luego, se recolectaron las muestras de agua superficial y se transportaron a un laboratorio para realizarles el ensayo de jarras con las siguientes condiciones: 100 rpm de velocidad de agitación rápida, 3 minutos de mezcla rápida y media hora de sedimentación. Como resultados, la muestra tenía una turbidez inicial de 115 UNT. La dosis de 350 mg/L de coagulante de tuna alcanzó 10 UNT de turbidez y la dosis de 350 mg/L de coagulante de sábila logró 8 UNT de turbidez. En conclusión, los análisis estadísticos precisaron que el coagulante de sábila fue más eficiente en la eliminación de turbidez.

Romero et al. (2021) en su tesis desarrollada en Lima, tuvieron como objetivo comparar la efectividad entre un coagulante a base de mango y otro de alumbre sobre la turbiedad del agua gris que se vierte en el canal Mercedes. Primeramente, se recogieron diez litros de muestras de agua turbia en la mitad del canal de acuerdo a lo descrito por la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Luego, se preparó el coagulante de mango a través de la extracción de sus almendras, secado de las almendras a 80 °C por dos días, triturado de las almendras y guardado del polvo. Por otro lado, en la prueba de jarras se agregaron un litro de muestra a cada vaso precipitado y se les dosificaron las cantidades de 10, 20, 30, 40 y 50 mg/L del coagulante natural. La agitación acelerada fue de 100 rpm por 5 minutos y la lenta fue de 50 rpm por 25 minutos. Como resultados, las características iniciales del agua fueron: 17.35 UNT, pH de 7.5 y conductividad eléctrica de 272 uS/cm. Mientras que los ensayos con el coagulante de mango en sus concentraciones de 10, 20, 30, 40 y 50 mg/L dieron niveles de turbidez cercanos a 6.5, 5.8,

4.87, 6.2 y 5.9 UNT respectivamente. Como conclusión, se evidenció una notable remoción de turbidez por parte del producto en su dosis de 30 mg/L.

Huamán y Rojas (2024) en su tesis elaborada en el Cusco, tuvieron como objetivo determinar la eliminación de turbidez que provoca un coagulante de mango en las aguas grises del centro poblado Anta. En primer lugar, los mangos fueron recolectados y se acondicionaron de la siguiente manera: Pelado, extracción de la semilla, secado a temperatura ambiente durante una semana, triturado y tamizado. En segundo lugar, se tomaron 20 litros de las muestras de agua residual gris y se transportaron a un laboratorio certificado. Por último, se añadieron dosis de coagulante desde los 245 hasta los 255 mg/L dentro de varios vasos de precipitado de 500 mL. La agitación de mezcla rápida fue 100 rpm constantes durante 2 minutos y pasado ese plazo la velocidad se bajó hasta 40 rpm hasta cumplir 20 minutos. Como resultados, se menciona que la muestra contenía: 4440 mg/L de DQO, 1780 mg/L de DBO y 448 NTU. Además, las dosis de 245, 250 y 255 mg/L de coagulante natural lograron una turbidez de 181, 185 y 163 UNT. Como conclusión, no existen discrepancias notables entre la turbidez conseguida con las 3 dosis utilizadas teniendo un efecto parecido en el quitado de turbiedad.

Cañari y León (2023) en su tesis ejecutada en la ciudad de Lima, tuvieron como objetivo determinar la remoción de turbidez en la quebrada Huaycoloro mediante coagulantes de moringa y tuna. Inicialmente, se recopilaron muestras de agua y se transportaron hacia el laboratorio. Luego, diluyeron 0.375 gramos de polvo de moringa en un matraz de 0.5 L. Después, diluyeron un gramo de tuna en polvo en un matraz de 0.2 L. Continuando, en el ensayo de jarras se añadieron 26.7 mL y 33.3 mL de la solución de moringa hacia 8 vasos de precipitado de 0.5 L para conseguir dosis de 40 mg/L y 50 mg/L respectivamente. Además, vertieron 26 ml y 30 ml de la solución de tuna hacia otros 8 vasos de 0.5 L para lograr unas dosis de 65 mg/L y 75 mg/L respectivamente. La velocidad de mezcla rápida fue de 200 rpm por 1 minuto y la lenta fue de 40 rpm durante 15 minutos. Los resultados indicaron que la turbidez de la muestra fue de 126 NTU. También, la dosis de 65 mg/L de tuna minimizó la turbidez a 65.4 NTU y la dosis de 40 mg/L de moringa alcanzó a reducir hasta las 64.8 NTU.

Rashuaman Benito (2024) en su tesis tuvo como objetivo determinar la cantidad de turbidez removida por un coagulante de tuna y de cloruro férrico. En primer lugar, fueron seleccionadas tunas en buen estado y se les sometió a los procesos de: Limpieza, trozado, deshidratación por 5 días, molienda, tamizado, almacenamiento y posterior dilución de 2 gramos de polvo dentro

de una matraz de 200 mL . En segundo lugar, se consiguieron 2 litros de muestra de agua del río Mantaro de acuerdo a los pasos estandarizados de la R.J. 010-2016-ANA. Por último, se ejecutó la prueba de jarras vertiendo 200 mL de muestra a una serie de vasos de precipitado. Se añadieron las dosis y la agitación de mezcla rápida fue 150 rpm durante 1 minuto, luego se redujo la velocidad a 50 rpm por 10 minutos. Como resultados, se mencionó que la muestra tenía una turbidez inicial de 48.24 NTU, pH de 8 y 770 uS/cm de conductividad eléctrica. Mientras que las dosis de 10 mg/L de coagulante de tuna y 20 mg/L de cloruro férrico provocaron una disminución de la turbidez en un 65.35% y 87.66%. Se concluyó que el cloruro férrico posee mayor eficiencia para remover la turbidez de las aguas del río Mantaro.

2.2. Bases teóricas

Coloides

Según Rodríguez y Marín (1999, p. 35) se les dice coloides a aquellos materiales de naturaleza orgánica e inorgánica que permanecen suspendidos dentro de un fluido y cuyo tamaño se encuentre en el rango de 0.1 um y 0.001 um. Los coloides son los causantes de la turbidez en los cuerpos de agua como ríos, lagos, océanos, etc.

Propiedades de los coloides causantes de su estabilidad

Movimiento browniano: Según Garritz (1998, p. 117), el movimiento browniano es un fenómeno que consiste en un traslado irregular y sin rumbo definido de los coloides causado por el choque entre los mismos y las moléculas de agua donde se modifica su trayectoria. Esta propiedad repercute en que los coloides no puedan sedimentarse por acción de la gravedad.

Carga eléctrica: Carreño y otros (2022) indican que una de las principales razones por las que los coloides dispersos en el agua no decantan se debe a las cargas negativas o positivas que tienen consigo. Para el caso de los coloides orgánicos, su amplia diversidad de grupos funcionales adquieren una carga resultante al momento de disociarse en el solvente. Por otro lado, los coloides inorgánicos obtienen su carga por medio de modificaciones estructurales como la sustitución isomórfica donde se reemplazan átomos de menor valencia por otros de mayor valencia o viceversa.

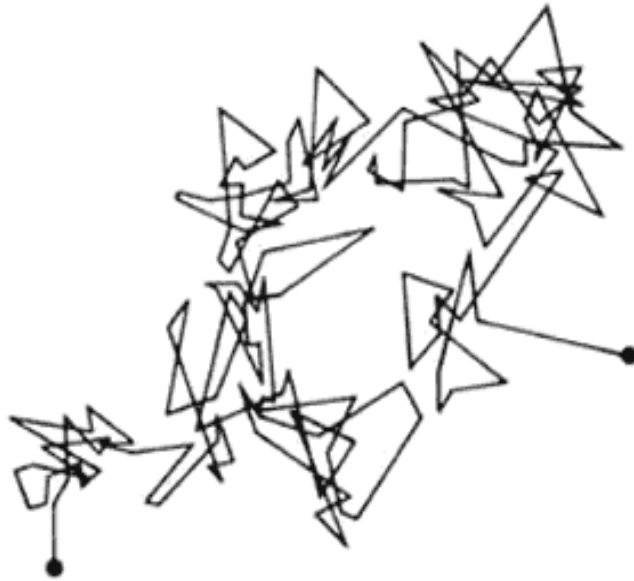


Figura 1. Movimiento browniano de los coloides. Obtenido de Garritz (1998)

Mecanismos de coagulación cuando se usan coagulantes naturales

Compresión de la doble capa

Martínez (2019, p. 52) comenta que en la mayoría de los casos los coloides cuentan con carga negativa. La carga negativa atrae a iones de signo contrario que están disueltos en el agua. Los iones se acercan lo más que pueden a la superficie del coloide y con ello forman una capa a su vez genera una fuerza repulsiva impidiéndole el contacto con otra partícula coloidal. La estrategia para reducir el espesor de esa barrera es incorporar un exceso de cationes por medio de la disolución de un agente coagulante en el agua. Cuando la capa se haya compactado lo suficiente las fuerzas que prevalecerán ya no serán de alejamiento sino de atracción, siendo estas últimas las que permitirán la aglomeración de las partículas coloidales.

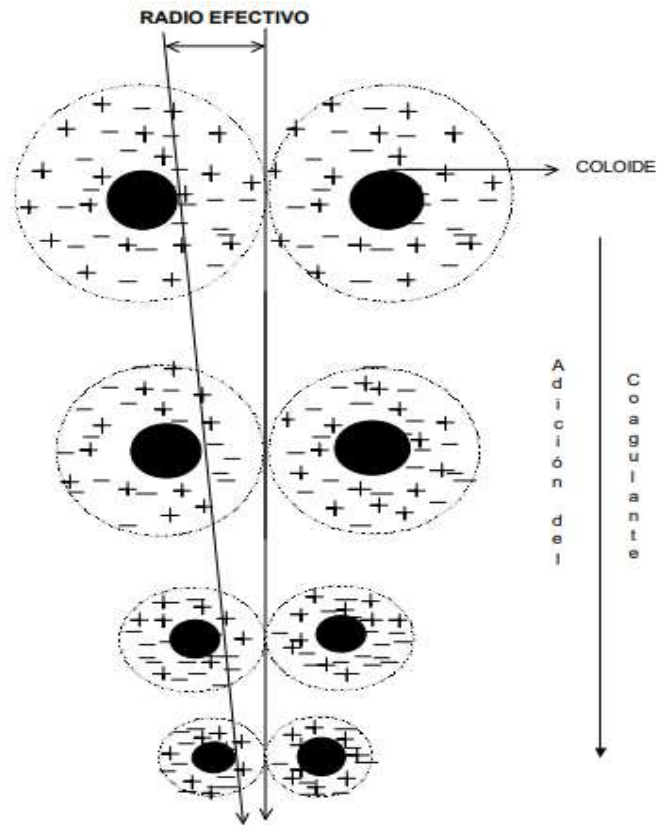


Figura 2. Interacción de capas entre dos coloides. Obtenido de Barrios y Martínez (2023)

Formación de puentes entre partículas coloidales

Aguilar (2002, p. 42) precisa que este mecanismo solo aplica para compuestos químicos poliméricos de cadena lineal o ramificada de alto peso molecular. Alrededor de la cadena están presentes multitud de grupos funcionales ionizados que al interactuar con los coloides neutralizan su carga superficial quitándole estabilidad. Al finalizar, una vez todos los sitios libres de la cadena queden ocupados ya se habrán formado varios puentes del tipo coloide-coagulante-coloide.

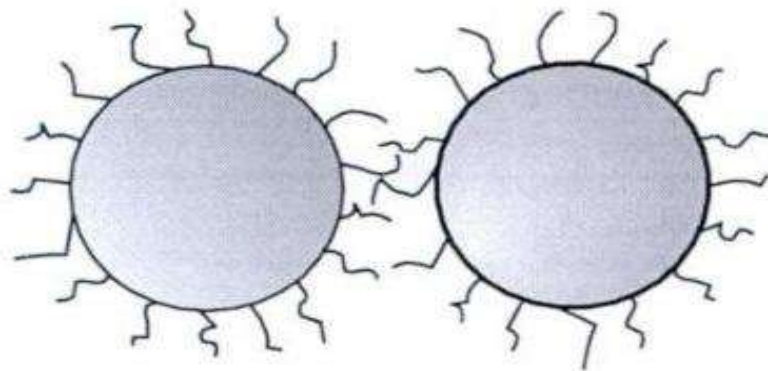


Figura 3. Puentes entre 2 coloides gracias a cadenas de polímeros. Obtenido de Aguilar (2002)

Sábila

Morfología de la sábila

Tallo y raíz: Para Roig (2019, p. 5) el tallo de la sábila ingresa al suelo como un conjunto de raíces de longitud pequeña. Las raíces son las encargadas de atrapar la humedad edáfica y le brindan a la planta la facultad de resistir periodos de sequedad. Al alcanzar la planta un estado de maduración completa, del tallo surgen otros tallos de menor tamaño.

Hojas: Para Ortiz (2010, p. 21) las hojas de la sábila tienen forma triangular, llegan hasta los 60 centímetros y alcanzan su máximo desarrollo cuando la planta lleva cuatro años de sembrado. Dentro de las hojas se halla un gel incoloro compuesto en su mayoría por agua y al que se le atribuyen muchas propiedades medicinales.

Inflorescencia: Para Romano (2000, p. 42) las flores surgen del núcleo de la planta, pueden alcanzar hasta un metro de altura y presentan colores diversos como el amarillo, naranja, rojo o blanco.

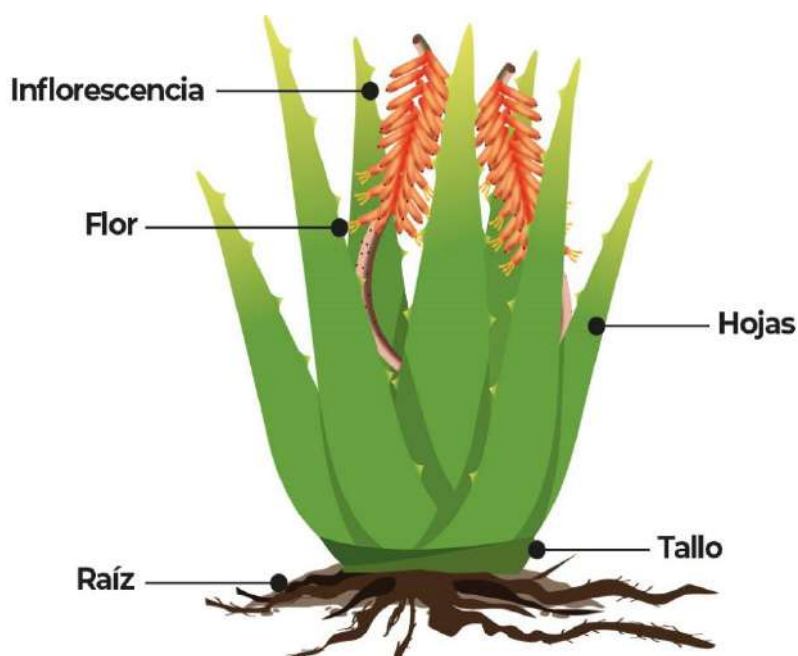


Figura 4. Partes de la sábila. Obtenido de Romano (2000)

Gel de Aloe Vera

Domínguez y otros (2012, p. 25-26) aseguran que el gel es un material gelatinoso y sin color compuesto por células parenquimáticas. Su constitución incluye: Agua, azúcares, ácidos, minerales, enzimas, mucílagos, vitaminas, aminoácidos, ácido ribonucleico, etc. Hasta el momento no se han registrado efectos perjudiciales a la salud humana por causa de los constituyentes previamente mencionados.

Tabla 1. Componentes químicos del aloe vera

Componentes químicos del aloe vera

Componentes	Identificación	Propiedades
Aminoácidos	Unidades básicas de las proteínas. Contiene la mayoría de aminoácidos.	Sus uniones dan origen a las proteínas.
Antraquinonas	Aloína, antraceno, aceites, ácido crisofánico, resistanoles, etc.	Eliminación de hongos y bacterias.
Enzimas	Amilasa, catalasa, alinada, oxidasa, lipasa.	Catalizan reacciones bioquímicas.
Lignina	Molécula aromática de estructura compleja.	Actúa como agente transportador del gel.
Minerales	Ca, Mg, Na, Cu, Fe, Mn, K, Zn, Cr.	Cruciales para la fortificación de huesos.
Carbohidratos	Monosacáridos y polisacáridos.	Disminución de las inflamaciones.
Vitaminas	B1, B2, B3, B6, B12, E, C.	Sirven como antioxidantes minimizando los efectos perjudiciales de radicales libres.
Agua	Compuesta por 99.5% de agua.	Regulación de temperatura y favorece la entrada de O ₂ a los tejidos.

Nota. Obtenido de Mulero (2015)

Tuna

Morfología de la tuna

Raíz: Para Ramírez y otros (2012, p. 3) las raíces de la tuna son más extensas mientras más alto sea su tallo. En suelos con muy poca agua disponible, las raíces se extienden verticalmente hasta horizontes más bajos con el fin de encontrar agua y nutrientes disueltos en ella.

Tallo: Ramírez y otros (2012, p. 3) afirman que la altura del tallo depende de la fertilidad del suelo donde se encuentre. El tallo es el soporte que mantiene estables a las pencas y su duración es de aproximadamente tres décadas. La mayoría de tallos llegan hasta los 3 metros de altura, aunque a veces pueden superar ese valor.

Pencas: Para Sáenz y Berger (2006, p. 7) la penca de la tuna o también llamada cladodio cuenta con una forma elíptica que puede llegar hasta los cuarenta centímetros de largo siempre y cuando exista abundante agua. Alcanzan su plenitud a los 3 meses y presentan pinchos distribuidos por gran parte de su superficie.

Flor: Para Sáenz y Berger (2006, p. 7) las flores brotan en lo más alto de las pencas con una frecuencia anual y los colores que tienen son diversos.

Fruto: Para Sáenz y Berger (2006, p. 8) el fruto de la tuna se caracteriza por tener forma redonda, ser agradable al paladar, oler bien y presentar una coloración rojiza, naranja, morada, crema o verdosa. Contienen espinas al igual que las pencas, su cáscara es voluminosa y la décima parte del peso de la fruta está compuesto por semillas.



Figura 5. Pencas de la tuna. Obtenido de Ramírez y otros (2012).

Mucílago de la tuna

FAO (2018, p. 152) menciona que el mucílago es una sustancia viscosa de clase polisacárido presente en las pencas y frutas de tuna. Al mucílago se le atribuyen sus propiedades coagulantes y además posee una elevada afinidad por las moléculas de agua. El principal método para extraerlo es mediante su reacción con alcohol etílico, pero dando cantidades muy bajas (menos del 2% de la masa del cladodio o fruta).



Figura 6. Mucilago del nopal. Obtenido de Chamaca Luna (2023).

Mango

Principales partes del mango

Raíz: De acuerdo al MINAGRI (1999, p. 7), la raíz de la planta de mango atraviesa las capas más profundas del suelo llegando hasta los diez metros. Tal característica hace que su resistencia a condiciones de escasez de lluvia o riego sea considerable y protege a la planta cuando la concentración de sales es excesiva.

Tallo: Según MINAGRI (1999, p. 7), el tallo verticalmente puede llegar fácilmente entre los ocho y cuarenta metros de altitud. Su postura es recta. Cada año del tallo surgen múltiples ramas de las que también salen yemas.

Hoja: Para León (2000, p. 282) la hoja del mango surge desde la punta de las pequeñas ramas, conforme pasa el tiempo su ancho se va agrandando, pero al inicio aparecerán muy pegadas entre sí. Tienen una forma parecida a una elipse, pero algo más irregular. Su longitud es variable y ronda entre los seis a treinta centímetros de largo. Su anchura también ronda entre los tres a quince centímetros. Su coloración es verdosa y sus canales venosos son ricos en resinas.

Flores: Las inflorescencias nacen en los bordes de las ramas. Su diámetro puede abarcar desde los seis a cincuenta centímetros. La coloración que presenta puede ser amarillenta o púrpura. Solamente pocas flores (alrededor del 5%) son capaces de generar frutos debido a polinizaciones deficientes. La mayor cantidad de flores aparece entre los meses de julio a agosto, dependiendo de factores hereditarios. (León, 2000, p. 282)

Fruto: Existen muchas variantes entre la fruta del mango, pudiéndose encontrar de diferentes formas, colores y tamaños. Generalmente, la coloración del fruto es dependiente de los factores del ambiente de desarrollo, pero en su mayoría es amarillento, verdoso o rojizo. Su morfología

es circular, pero comprimida en algunas partes. Es abundante en carbohidratos y fibra. (León, 2000, p. 283)

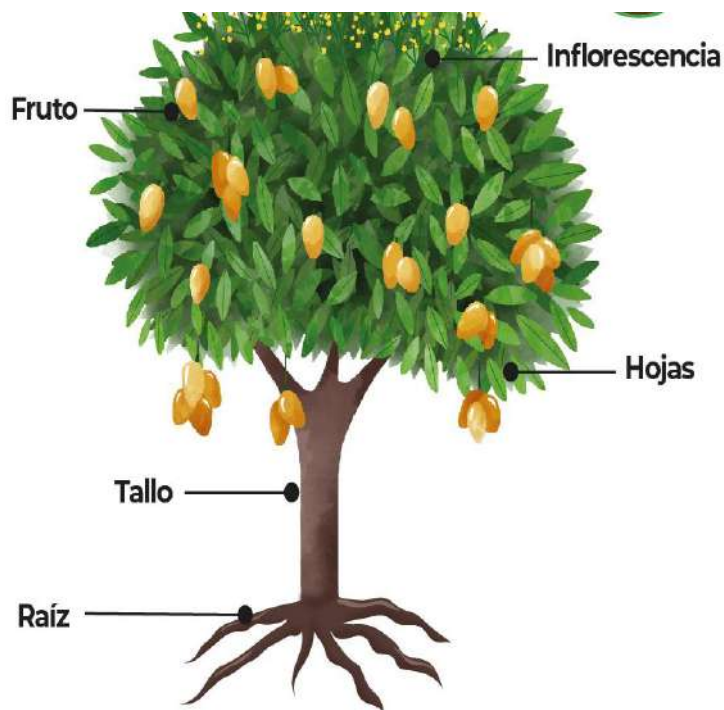


Figura 7. Partes del mango. Obtenido de Huaman y Rojas (2024).

Almidón en la semilla de mango

Raimond y Carraher (2021, p. 191) comentan que el almidón es una molécula compleja que se encuentra en forma de gránulos en varias especies vegetales y cuya principal función es la de almacenar carbohidratos. Está constituido de fracciones de amilosa y amilopectina. La amilosa se presenta como una cadena lineal, mientras que la estructura de la amilopectina está muy ramificada.

Clark (2006, p. 163) postula que conforme las frutas van madurando el almidón contenido en ellas poco a poco va convirtiéndose en azúcares. El plátano no es una excepción a ello puesto que una coloración verde tiene 80% de almidón, un color amarillo contiene 25% de almidón y un color negruzco posee más o menos 5% de almidón y 90% de azúcar.

Aguas grises

Trebla (2015) declara que los efluentes grises surgen cuando los usuarios del agua: Limpian sus cocinas, se duchan en sus baños, se quitan la suciedad de las manos dentro de los caños, limpian sus tazas, platos y demás utensilios. En síntesis, es todo residuo líquido generado en los domicilios que no cuente con orinas ni materiales fecales dentro de su composición. Asimismo, Chica Moreno (2001, p. 26) destaca que la constitución típica de los efluentes grises es la siguiente: Potencial de hidrógeno (7.5-8), turbidez (700 UNT), sólidos disueltos (550 mg/L),



Figura 8. Diferencia entre aguas grises y aguas negras de retrete. Obtenido de Arreneche (2021).

2.3. Bases filosóficas

De acuerdo a Moreno (1999, p. 111), el empirismo es una base filosófica que asegura que algunos conocimientos surgen por previas experiencias acontecidas. Así, para la presente investigación se han planteado trabajar con varias dosis para cada coagulante natural, ya que en este tipo de experimentos más no siempre significa mejor y hay ocasiones en las que se puede lograr una remoción significativa de turbidez con únicamente pequeñas cantidades del producto.

2.4. Definición de términos básicos

Agitador magnético

Alvarado (2004, p. 431) manifiesta que el agitador magnético consiste en un aparato de forma cuadrada que permite la homogeneización de un fluido a través de un imán. En general, el rango de mezclado de ese equipo abarca desde los 0 hasta las 1000 revoluciones por minuto.

Dosis óptima de coagulante

Cárdenas León (2022, p. 318) afirma que la dosis óptima de coagulante es aquella que reduzca la turbiedad hasta un nivel despreciable y también forme lodos compactos que sedimenten en minutos.

Ensayo de jarras

Para Cárdenas León (2022, p. 315), el ensayo de jarras es una metodología normalizada realizada en un agitador magnético que consiste en añadirle al agua contaminada un coagulante natural o sintético desde bajas a altas dosis con el propósito de identificar el tratamiento que presente la turbiedad más baja.

Estándares de calidad de ambiental

Según Wieland Fernandini (2017) los estándares de calidad ambiental son un listado de las concentraciones máximas que pueden tener ciertos elementos o compuestos químicos dentro de un compartimento natural (agua, suelo o aire). Si se llegasen a sobrepasar esos límites, la probabilidad de afectación negativa al bienestar de la población y los ecosistemas sería elevada.

Turbiedad

Roldán Pérez (2003, p. 2) comenta que la turbidez es un indicador cuantitativo de lo oscura que se encuentra el agua bajo análisis. A mayor concentración de partículas coloidales en el agua habrá mayor turbidez. Las causas de la turbidez pueden ser naturales (arrastré de sedimentos, crecimiento de algas o erosión de suelos) o antropogénicas (descarga de efluentes).

2.5. Hipótesis de investigación

2.5.1. Hipótesis general.

H₀: Los coagulantes naturales no fueron efectivos en el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

H₁: Los coagulantes naturales fueron efectivos en el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

2.5.2. Hipótesis específicas.

H₀: La concentración de 250 mg/L del coagulante de tuna no fue la más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

H₁: La concentración de 250 mg/L del coagulante de tuna fue la más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

H₀: La concentración de 250 mg/L del coagulante de sábila no fue la más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

H₁: La concentración de 250 mg/L del coagulante de sábila fue la más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

H₀: La concentración de 250 mg/L del coagulante de mango no fue la más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

H₁: La concentración de 250 mg/L del coagulante de mango fue la más efectiva para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura.

2.6. Operacionalización de las variables

Tabla 2. Operacionalización de variables estadísticas

Operacionalización de variables estadísticas

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad	Escala	
V.I: Coagulantes naturales	“Moléculas complejas de gran tamaño y ampliamente ramificadas que se encuentran en ciertas partes o tejidos animales y vegetales, se caracterizan por inhibir la carga de los coloides suspendidos en una muestra de agua” (Arboleda et al., 2023).	Los coagulantes de tuna, semilla de mango y sábila se aplicarán sobre las aguas grises, luego agitarán las mezclas a diversos gradientes de velocidad y al final se dejará reposar el agua tratada.	Coagulante a base de tuna	Concentración usada	mg/L	Cuantitativa discreta	
				Gradiente de velocidad rápida	Rpm		
				Gradiente de velocidad lenta	Rpm		
				Tiempo de sedimentación	min		
				Concentración usada	mg/L		
				Gradiente de velocidad rápida	Rpm		
			Coagulante a base de semilla de mango	Gradiente de velocidad lenta	Rpm		
				Tiempo de sedimentación	min		
				Concentración usada	mg/L		
				Coagulante a base de penca de sábila	Gradiente de velocidad rápida		Rpm
					Gradiente de velocidad lenta		Rpm
					Tiempo de sedimentación		min
V.D: Aguas grises	“Efluentes formados por labores cotidianas dentro de los hogares como: Limpieza de platos, ducharse, lavado de ropa y apertura de caños” (Antúnez Soria, 2017).	Las propiedades físicoquímicas del agua gris se evaluarán al comienzo y posterior a los tratamientos con los coagulantes naturales.	Propiedades físicas del agua tratada	Turbiedad final	UNT	Cuantitativa continua	
				Remoción de turbiedad	%		
			Propiedades químicas del agua tratada	Conductividad eléctrica final	uS/cm		
				pH final	Adimensional		

Nota. Elaboración propia.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Tratamientos

Los tratamientos con el coagulante de penca de tuna están plasmados en la tabla 3. Para facilitar la posterior comparación de resultados, han sido consideradas dosis que fueron trabajadas por los autores de investigaciones anteriores. Las variables de respuesta a analizar serán tres parámetros del agua: Turbidez (UNT), conductividad eléctrica (uS/cm) y pH (sin dimensión). Cada tratamiento contará con 2 réplicas.

Tabla 3. Características de los tratamientos con el coagulante de tuna

Características de los tratamientos con el coagulante de tuna

Factor: Dosis de coagulante añadido (mg/L)	Variables respuesta: Turbidez, pH y conductividad	
	I	II
0 (Control)	T0	T0
50	T1-I	T1-II
100	T2-I	T2-II
150	T3-I	T3-II
200	T4-I	T4-II
250	T5-I	T5-II

Nota. Elaboración propia.

Los tratamientos con el coagulante de penca de sábila están plasmados en la tabla 4. Para facilitar la posterior comparación de resultados, han sido consideradas dosis que fueron trabajadas por los autores de investigaciones anteriores. Las variables de respuesta a analizar serán tres parámetros del agua: Turbidez (UNT), conductividad eléctrica (uS/cm) y pH (sin dimensión). Cada tratamiento contará con 2 réplicas.

Tabla 4. Características de los tratamientos con el coagulante de sábila

Características de los tratamientos con el coagulante de sábila

Factor: Dosis de coagulante añadido (mg/L)	Variables respuesta: Turbidez, pH y conductividad	
	I	II
0 (Control)	T0	T0
50	T1-I	T1-II
100	T2-I	T2-II
150	T3-I	T3-II
200	T4-I	T4-II
250	T5-I	T5-II

Nota. Elaboración propia.

Los tratamientos con el coagulante de semilla de mango están plasmados en la tabla 5. Para facilitar la posterior comparación de resultados, han sido consideradas dosis que fueron trabajadas por los autores de investigaciones anteriores. Las variables de respuesta a analizar serán tres parámetros del agua: Turbidez (UNT), conductividad eléctrica (uS/cm) y pH (sin dimensión). Cada tratamiento contará con 2 réplicas.

Tabla 5. Características de los tratamientos con el coagulante de mango

Características de los tratamientos con el coagulante de mango

Factor: Dosis de coagulante añadido (mg/L)	Variables respuesta: Turbidez, pH y conductividad	
	I	II
0 (Control)	T0	T0
50	T1-I	T1-II
100	T2-I	T2-II
150	T3-I	T3-II
200	T4-I	T4-II
250	T5-I	T5-II

Nota. Elaboración propia.

3.1.2. Características de la investigación

Tipo de investigación: La investigación fue de tipo aplicada, puesto que se extrajeron componentes bioquímicos dentro de 3 frutas y se identificó su efectividad respecto a depurar aguas grises que se producen en el centro poblado de Vilcahuaura.

Nivel de investigación: Esta investigación fue explicativa, ya que se busca conocer la repercusión de los tres coagulantes sobre las características de las aguas grises muestreadas.

Diseño de investigación: De acuerdo a Vergara y Balluerka (2002) un estudio es experimental cuando hay una modificación intencionada de variables, por ende, nuestro trabajo cumplió con esa característica puesto que se hicieron variar 3 propiedades fisicoquímicas de las muestras de aguas grises mediante los coagulantes.

Enfoque de investigación: En esta investigación se empleó un enfoque cuantitativo debido a que para cumplir los objetivos nuestros resultados debieron ser comparados con estándares numéricos contenidos en las normativas sobre aguas residuales.

3.1.3. Conducción del experimento

Procedimiento para la recolección de muestras.

Antes de recopilar las muestras de agua gris fue necesario contar con los equipos de protección personal, botellas de plástico de boca ancha con capacidad de un litro, un cooler, un multiparámetro calibrado y un dispositivo con GPS.



Figura 9. Indumentaria y equipamiento. Fuente: Propia.

Debió ubicarse en una fuente de aguas grises que no represente riesgo para el personal de muestreo siendo en este caso el canal de ingreso a la JASS Vilcahuaura. Se abrieron las botellas de plástico y se llenó con el agua hasta el tope de su capacidad evitando en ese proceso recoger algún material de gran tamaño. Tuvo que recolectarse 36 litros de muestra.



Figura 10. Recojo de muestras de agua gris del canal de ingreso a la JASS Vilcahuaura. Fuente: Propia.

Una vez culminada la toma de muestras, debió añadirse una etiqueta a cada botella de 1 L. En la cadena de custodia tuvo que registrarse los datos de la zona de muestreo y el valor de turbidez inicial de la muestra.



Figura 11. Colocación de las etiquetas. Fuente: Propia.

Finalmente, las muestras fueron almacenadas en el cooler para ser transportadas lo más rápido posible al laboratorio de calidad de aire de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.



Figura 12. Guardado de las aguas grises en el cooler. Fuente: Propia.

Preparación del mucílago de tuna en polvo.

Se compraron pencas de tuna en el mercado local y utilizando una pinza se han extraído las espinas presentes en toda su superficie. Se enjuagaron las pencas usando agua desionizada.



Figura 13. Lavado de las pencas con agua destilada. Fuente: Propia.

Las cáscaras de la penca fueron quitadas con apoyo de un cuchillo. El tejido que queda es abundante en mucílago.



Figura 14. Pelado de las cáscaras. Fuente: Propia.

El mucílago fue separado en trozos rectangulares y esos trozos serán ingresados en una estufa a 60 °C por 3 días.



Figura 15. Calentamiento de las pencas en la estufa. Fuente: Propia.

Cuando el mucílago quedó lo más seco posible, ha sido triturado dentro de un mortero hasta conseguir un polvo.



Figura 16. Aplastamiento de las pencas secas con un mortero. Fuente: Propia.

El polvo resultante atravesó con tamiz malla N° 60 de 0.25 mm con la finalidad de quitar impurezas y homogeneizar las partículas.

Por último, el polvo tamizado se almacenó en un salero para su conservación.



Figura 17. Filtración del polvo de tuna. Fuente: Propia.

Preparación del mucílago de sábila en polvo.

Se recolectaron las pencas de sábila en un mercado de la localidad.

Se realizó un lavado con abundante agua destilada para quitar restos de polvo y demás materia impura.

Con ayuda de un cuchillo se removieron cuidadosamente las cáscaras de la penca, hasta dejar libre al gel que está en su interior. El gel extraído fue trozado en fragmentos con forma rectangular para acondicionarlos antes de secarlos.



Figura 18. Liberación del gel. Fuente: Propia.

Se utilizó una estufa para liberar la humedad absorbida por el mucílago calentándola a 50 °C por un periodo de 2 días.



Figura 19. Calentamiento del gel en estufa. Fuente: Propia.

El gel seco fue colocado dentro de un mortero y ha sido aplastado hasta volverlos polvo.

El polvo obtenido pasó por un tamiz malla N° 60 de 0.25 mm con el propósito de uniformizar las partículas.

Por último, el polvo tamizado se almacenó en un salero para su conservación.



Figura 20. Aplastamiento del gel con un mortero. Fuente: Propia.



Figura 21. Filtración del polvo de sábila. Fuente: Propia.

Preparación del coagulante de semilla de mango en polvo.

Tres kilogramos de mangos fueron obtenidos de una huerta ubicada en el distrito de Hualmay, donde únicamente trabajaremos con los ejemplares que se encuentren en excelentes condiciones.

Todos los mangos recogidos fueron sometidos a un lavado con agua destilada.



Figura 22. Lavado de los mangos. Fuente: Propia.

De forma cuidadosa se arrancaron las cáscaras de los mangos junto a sus pulpas con un cuchillo, para así dejar libres a las pepas.



Figura 23. Liberación de las pepas. Fuente: Propia.

Debieron fracturarse las pepas de los mangos hasta extraer las semillas. Luego, las semillas se mantuvieron en contenedores de plástico durante ocho días para que logren secar.

Las semillas de mango deshumedecidas tuvieron que pasar por una etapa de molido dentro de un mortero hasta transformarlas en polvo.

El polvo fue tamizado hasta conseguir un producto con tamaño similar y después se almacenó en un salero para su conservación.



Figura 24. Secado de las semillas de mango. Fuente: Propia.



Figura 25. Molido de las semillas de mango. Fuente: Propia.



Figura 26. Tamizado del polvo de mango. Fuente: Propia.

Preparación de la solución madre de los coagulantes

Se pesaron cinco gramos de los polvos mediante una balanza de precisión. Esa cantidad de polvo fue colocado dentro de un matraz de 0.25 litros y se agregó agua destilada hasta completar el total de su capacidad. Se agitó con una bagueta de vidrio durante 5 minutos y a la mezcla resultante se le conoció como solución madre. Las dosis de coagulante necesarias para ejecutar los tratamientos deben partir de esa solución madre.



Figura 27. Pesado de los tres polvos coagulantes. Fuente: Propia.

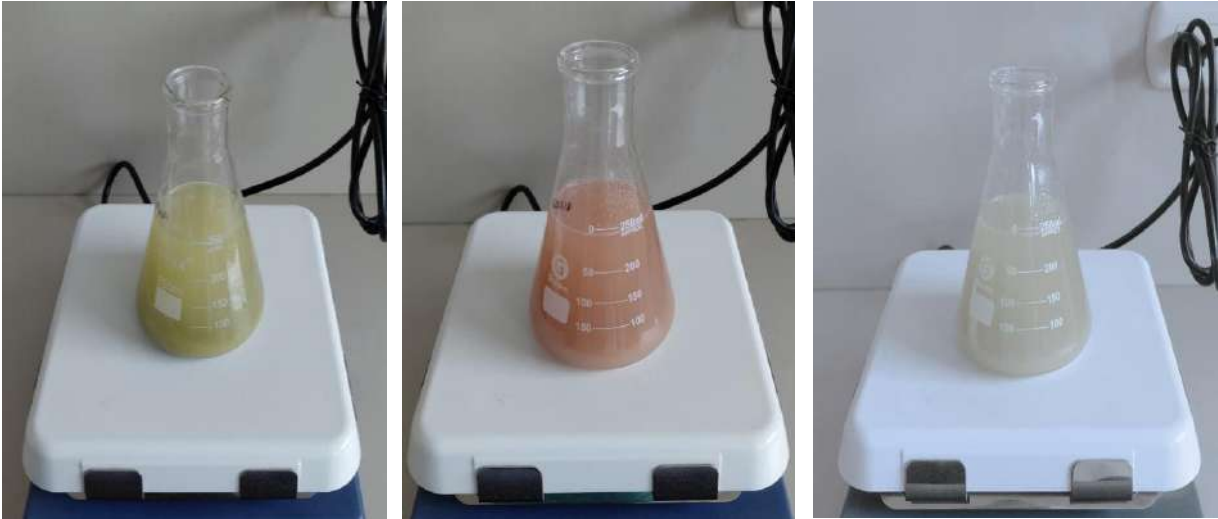


Figura 28. Soluciones madre de los tres polvos coagulantes. Fuente: Propia.

A partir de la ecuación de las diluciones mostrada en la figura 29, se requirió extraer 0 mL, 2.5 mL, 5 mL, 7.5 mL, 10 mL y 12.5 mL de solución madre con ayuda de una pipeta y diluirlas en los vasos de precipitado llenos de 1000 mL de muestra para conseguir las dosis de 0, 50, 100, 150, 200 y 250 mg/L respectivamente.

$$C1 \times V1 = C2 \times V2$$

C1: Concentración de la solución madre (20000 mg/L)

V1: Volumen de solución madre que deberá extraerse.

C2: Concentración buscada.

V2: Volumen de muestra de agua (1000 mL)

Figura 29. Ecuación de las diluciones. Fuente: Propia.

Simulación del proceso de coagulación-floculación mediante prueba de jarras.

Se agregaron 1000 mL de muestra a cada vaso de precipitado.

Se han colocado los vasos de precipitado debajo de los agitadores del equipo de ensayo de jarras. Esos agitadores cuentan con diversas intensidades de velocidad que deberán ser previamente programadas.



Figura 30. Acondicionamiento de un vaso de precipitado sobre el agitador. Fuente: Propia.

Dosificamos los coagulantes a cada vaso de precipitado e inmediatamente después se programó en el equipo la velocidad de mezcla rápida 100 rpm por 1 minuto. Luego, configuramos una mezcla lenta de 30 rpm según los tratamientos. La mezcla lenta tuvo una duración de 15 minutos.



Figura 31. Dosificación del coagulante de tuna. Fuente: Propia.



Figura 32. Dosificación del coagulante de sábila. Fuente: Propia.



Figura 33. Dosificación del coagulante de mango. Fuente: Propia.

Esperamos a que los sólidos formados por las etapas de coagulación y floculación se depositen hasta la parte inferior de los vasos de precipitado. Por último, mediante el uso del multiparámetro se determinaron las nuevas propiedades fisicoquímicas que han adquirido las aguas tratadas.



Figura 34. Uso del multiparámetro. Fuente: Propia.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

La población de la presente investigación fue todo el volumen de aguas grises generadas por los habitantes del centro poblado de Vilcahuaura.

3.2.2. Muestra

La muestra que tuvo que recolectarse para completar los experimentos con los coagulantes naturales de mango, sábila y tuna será de 36 litros de aguas grises que se generan por los habitantes del centro poblado de Vilcahuaura.

3.3. Técnicas de recolección de datos

Para determinar las propiedades coagulantes de las pencas de tuna, sábila y semillas de mango se optará por un diseño totalmente aleatorio (DCA) considerando que el único responsable de la modificación de las características del agua gris del centro poblado de Vilcahuaura fue el factor dosis. El factor dosis contó con 6 niveles; 0, 50, 100, 150, 200 y 250 mg/L, donde 0 mg/L servirá como ensayo de control.

3.4. Técnicas para el procesamiento de la información

Las técnicas para la recolección de datos a las que se recurrió en la investigación fueron la observación y experimentación. La observación permitió identificar las áreas de fácil y acceso seguro para la recopilación de las muestras de agua gris. El instrumento diseñado para aplicar la técnica de la observación fue: Cadena de custodia. En el caso de la experimentación, las lecturas registradas por el equipo multiparámetro previamente calibrado fueron anotadas en los instrumentos denominados como registros para el ensayo de jarras utilizando la tuna, sábila y mango.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Parámetros fisicoquímicos de las aguas grises del centro poblado Vilcahuaura

Los volúmenes de agua gris extraídos de la estación depuradora perteneciente al centro poblado de Vilcahuaura fueron examinados por los electrodos de un multiparámetro tipo HACH y el equipo arrojó las siguientes mediciones iniciales: 988 UNT de turbidez, pH alcalino de 7.82, conductividad eléctrica de 743 uS/cm. En la tabla 6, se realiza la comparación entre la caracterización del agua gris generada por los domicilios del poblado y la calidad que tendría que presentar para una potencial aplicación en el riego de vegetales (ECA Cat. 3). La turbidez no está señalada en los ECA Cat. 3 pero luego de analizar los resultados de los experimentos se dará prioridad al tratamiento que arroje el nivel más bajo posible de ese indicador. Respecto al pH, los ECA Cat. 3 precisan que debe situarse entre 6.5 a 8.5 por lo que el pH de 7.82 del agua gris muestreada cumple ese criterio. En el caso de la conductividad, la cantidad recomendada por los ECA Cat. 3 es que sea menor a 2500 uS/cm por lo que los 743 uS/cm del efluente gris también se mantiene conforme.

Tabla 6. Propiedades de las muestras de aguas grises del centro poblado Vilcahuaura

Propiedades de las muestras de aguas grises del centro poblado Vilcahuaura

Parámetro	Unidad	Valor alcanzado	Valor máximo del ECA Agua Categoría 3 (D.S N° 004-2017-MINAM)
Turbidez	UNT	988	No expuesto
pH	Ninguna	7.82	6.5-8.5
Conductividad eléctrica	uS/cm	743	< 2500

Nota. Elaboración propia.

Resultados de los tratamientos con los coagulantes de penca tuna, penca de sábila y semilla de mango

De acuerdo a la tabla 7, el coagulante de penca de tuna a su concentración más baja (50 mg/L) pudo menorar la turbidez inicial del agua gris en un 65.99% (336 UNT) mientras que su concentración máxima de 250 mg/L quitó un 85.425% (144 UNT) de turbidez. También, el coagulante de penca de sábila a su concentración más pequeña (50 mg/L) pudo eliminar la turbidez inicial del agua gris en un 55.769% (437 UNT) pero su concentración máxima de 250

mg/L quitó un 80.16% (196 UNT) de turbidez. De igual forma, respecto al coagulante de semilla de mango la primera concentración (50 mg/L) minimizó en un 55.97% la turbiedad del efluente gris y la máxima eliminación de ese indicador (84.51) se logró con su última concentración (250 mg/L).

Tabla 7. Propiedades de las aguas grises coaguladas con los productos naturales

Propiedades de las aguas grises coaguladas con los productos naturales

Tratamiento	Dosis (mg/L)	Turbiedad (UNT)			Potencial de hidrógeno (pH)		Conductividad eléctrica (uS/cm)	
		Valor	Valor medio	% Depuración	Valor	Valor medio	Valor	Valor medio
Tuna								
T1-I	50	335,5	336	65,99	7,41	7,91	738,5	739
T1-II	50	336,5			8,41		739,5	
T2-I	100	343,5	344	65,18	6,31	6,81	778,5	779
T2-II	100	344,5			7,31		779,5	
T3-I	150	172,5	173	82,49	6,29	6,79	804,5	805
T3-II	150	173,5			7,29		805,5	
T4-I	200	171,5	172	82,59	6,75	7,25	827,5	828
T4-II	200	172,5			7,75		828,5	
T5-I	250	143,5	144	85,425	6,4	6,9	877,5	878
T5-II	250	144,5			7,4		878,5	
Sábila								
T1-I	50	436,5	437	55,769	7,38	7,88	731,5	732
T1-II	50	437,5			8,38		732,5	
T2-I	100	460,5	461	53,34	6,98	7,48	755,5	756
T2-II	100	461,5			7,98		756,5	
T3-I	150	432,5	433	56,174	7,07	7,57	744,5	745
T3-II	150	433,5			8,07		745,5	
T4-I	200	324,5	325	67,105	7,07	7,57	752,5	753
T4-II	200	325,5			8,07		753,5	
T5-I	250	195,5	196	80,16	6,93	7,43	910,5	911
T5-II	250	196,5			7,93		911,5	
Mango								
T1-I	50	434,5	435	55,97	7,13	7,63	744,5	745
T1-II	50	435,5			8,13		745,5	
T2-I	100	293,5	294	70,24	6,77	7,27	725,5	726
T2-II	100	294,5			7,77		726,5	
T3-I	150	288,5	289	70,74	6,75	7,25	746,5	747
T3-II	150	289,5			7,75		747,5	
T4-I	200	152,5	153	84,51	6,15	6,65	689,5	690
T4-II	200	153,5			7,15		690,5	

T5-I	250	152,5	153	84,51	$\frac{6,51}{7,51}$	7,01	$\frac{732,5}{733,5}$	733
T5-II	250	153,5						

Nota. Elaboración propia.

Ensayos de normalidad

El coagulante de penca de tuna cambió los valores iniciales de turbidez, pH y conductividad del agua gris del centro poblado Vilcahuaura y tras someter a esos datos a un test de normalidad de Shapiro Wilk el programa SPSS brindó las significancias de 0.002, 0.365 y 0.456 respectivamente que están mostradas en la tabla 8. La primera significancia (0.002) indica distribución anormal (< 0.05) correspondiéndole un ensayo no paramétrico como el Kruskal Wallis posteriormente. Mientras que la segunda (0.365) y tercera significancia (0.456) indican distribución normal (> 0.05) correspondiéndoles un ensayo paramétrico ANOVA posteriormente.

De igual manera, el coagulante de penca de sábila en polvo cambió las concentraciones iniciales de turbidez, pH y conductividad del agua gris del centro poblado Vilcahuaura y tras también someter a esos datos a un test de normalidad de Shapiro Wilk el programa SPSS brindó las significancias de 0.009, 0.081 y 0 respectivamente que están mostradas en la tabla 8. La primera (0.009) y tercera significancia (0) indica distribución anormal (< 0.05) correspondiéndole un ensayo no paramétrico como el Kruskal Wallis posteriormente. Mientras que la segunda (0.081) significancia indica distribución normal (> 0.05) correspondiéndoles un ensayo paramétrico ANOVA posteriormente.

Finalmente, el coagulante de semilla de mango modificó las cantidades iniciales de turbidez, pH y conductividad del agua gris del centro poblado Vilcahuaura y tras también someter a esos datos a un test de normalidad de Shapiro Wilk el programa SPSS brindó las significancias de 0.03, 0.905 y 0.014 respectivamente que están mostradas en la tabla 8. La primera (0.03) y tercera significancia (0.014) indica distribución anormal (< 0.05) correspondiéndole un ensayo no paramétrico como el Kruskal Wallis posteriormente. Mientras que la segunda (0.905) significancia indica distribución normal (> 0.05) correspondiéndoles un ensayo paramétrico ANOVA posteriormente.

Tabla 8. Ensayos de normalidad para las subvariables del agua gris y tipo de coagulante

Ensayos de normalidad para las subvariables del agua gris y tipo de coagulante

Variable	Tipo de coagulante	Estadístico	gI	Nivel de significancia
Turbiedad	Penca de tuna	0,731	10	0,002
pH		0,921	10	0,365
Conductividad eléctrica		0,931	10	0,456
Turbiedad	Penca de sábila	0,784	10	0,009
pH		0,862	10	0,081
Conductividad eléctrica		0,624	10	0,000
Turbiedad	Semilla de mango	0,826	10	0,030
pH		0,972	10	0,905
Conductividad eléctrica		0,798	10	0,014

Nota. Elaboración propia.

4.2. Contratación de hipótesis

Contratación de la hipótesis específica 1

Efecto de la concentración del coagulante de penca de tuna sobre la turbiedad de las aguas grises

Al revisar la presencia de discrepancias significativas entre las concentraciones del coagulante de penca de tuna (50, 100, 150, 200 y 250 mg/L) y la subvariable turbiedad residual de las aguas grises formadas dentro del centro poblado Vilcahuaura, hemos acudido al uso del estadístico Kruskal-Wallis instalado dentro del software SPSS programado al 95% de nivel de confianza. La información proporcionada por SPSS ha sido representada en la tabla 9, donde se expuso que el valor de significancia fue 0.036 y debido a eso se ha confirmado que existe una influencia notable de la concentración coagulante.

Tabla 9. Kruskal-Wallis entre la concentración de penca de tuna y la turbidez

Kruskal-Wallis entre la concentración de penca de tuna y la turbidez

Turbidez	N total	Estadístico de prueba	Grados de libertad	Sig.
	10	8,588	4	0,036

Nota. Elaboración propia.

Lo plasmado en la figura 35 dieron a entender que al suministrarle al agua gris una concentración de 50 mg/L del coagulante de penca de tuna se logró remover la turbiedad a 336 UNT en comparación a su nivel original que fue 988 UNT. Además, al añadir el doble (100 mg/L) la

turbiedad se elevó hasta las 344 UNT. A su vez, al incrementar la concentración del coagulante de penca de tuna hasta 150 mg/L la turbiedad del agua gris se eliminó hasta las 173 UNT.

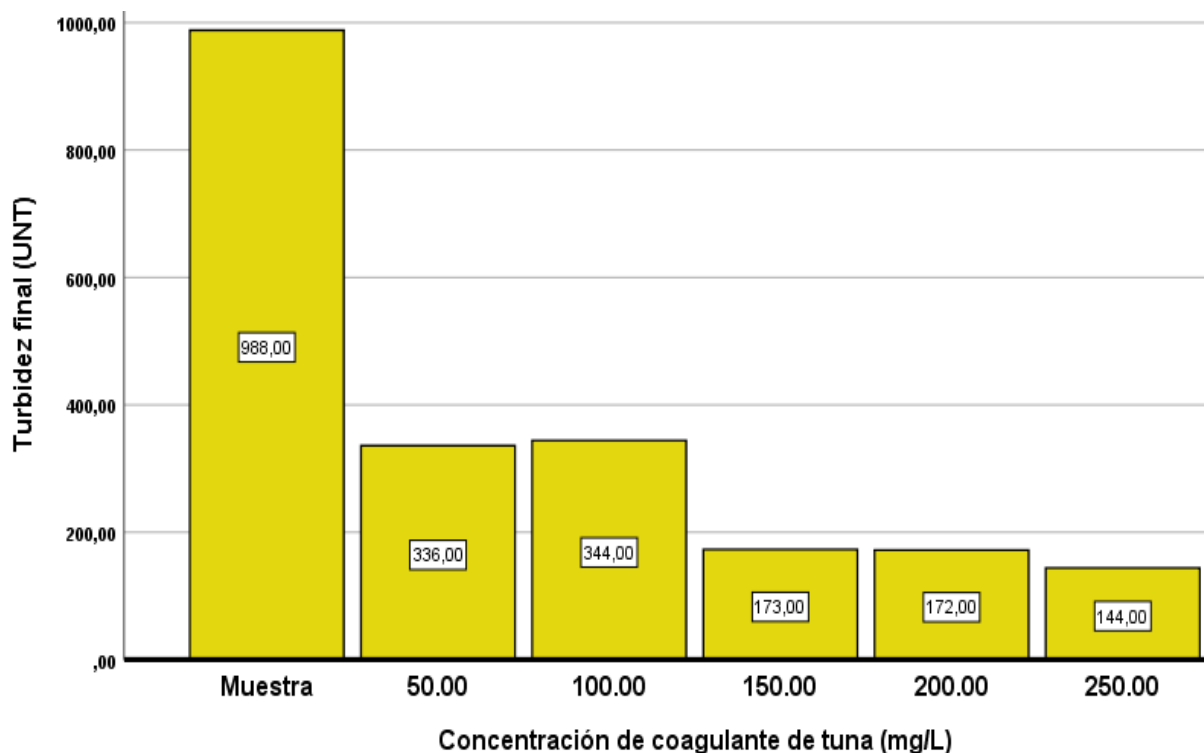


Figura 35. Turbiedad resultante con el coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.

Efecto de la concentración del coagulante de penca de tuna sobre la conductividad de las aguas grises

Al revisar la presencia de discrepancias significativas entre las concentraciones del coagulante de penca de tuna (50, 100, 150, 200 y 250 mg/L) y la subvariable conductividad residual de las aguas grises formadas dentro del centro poblado Vilcahuaura, hemos acudido al uso del estadístico ANOVA instalado dentro del software SPSS programado al 95% de nivel de confianza. La información proporcionada por SPSS ha sido representada en la tabla 10, donde se expuso que el valor de significancia fue 0 y debido a eso se ha confirmado que existe una influencia notable de la concentración coagulante.

Tabla 10. Análisis de varianza entre la concentración de penca de tuna y la conductividad

Análisis de varianza entre la concentración de penca de tuna y la conductividad

	Diferencias	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Conductividad	Entre grupos	21773,600	4	5443,400	10886,800	0,000
	Dentro de grupos	2,500	5	0,500		
	Total	21776,100	9			

Nota. Elaboración propia.

Tras efectuar el estadístico complementario conocido como Tukey donde se contrastaron los valores medios de conductividad residual de las aguas grises tratadas con las cinco concentraciones de coagulante de penca de tuna, se visualiza dentro de la tabla 11 que los 50 mg/L del producto se ha incorporado en el bloque A puesto que logró que la conductividad disminuyera al mínimo hasta las 739 uS/cm.

Tabla 11. Test de tukey entre las concentraciones del coagulante de tuna y la conductividad

Test de tukey entre las concentraciones del coagulante de tuna y la conductividad

Concentración de penca de tuna (mg/L)	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		A	B	C	D	E
50	2	739				
100	2		779			
150	2			805		
200	2				828	
250	2					878

Nota. Elaboración propia.

Lo plasmado en la figura 36 dieron a entender que al suministrarle al agua gris una concentración de 50 mg/L del coagulante de penca de tuna se logró remover la conductividad a 739 uS/cm en comparación a su nivel original que fue 743 uS/cm. Además, al añadir el doble (100 mg/L) la conductividad se elevó hasta las 779 uS/cm. A su vez, al incrementar la concentración del coagulante de penca de tuna hasta 150 mg/L la conductividad del agua gris subió hasta los 805 uS/cm. Igualmente, los 200 mg/L del polvo de penca de tuna elevaron la conductividad a 828 uS/cm. Finalmente, los 250 mg/L del polvo de penca de tuna modificaron la conductividad del agua gris hasta las 878 uS/cm.

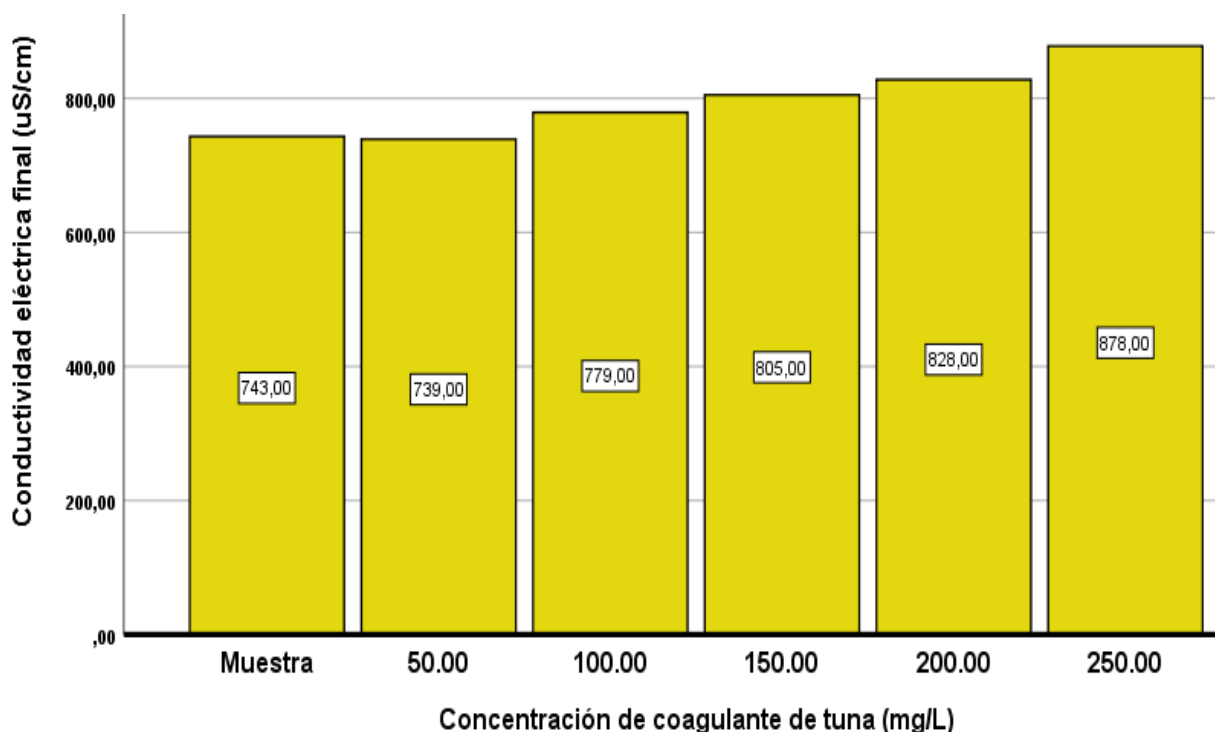


Figura 36. Conductividad resultante con el coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.

Efecto de la concentración del coagulante de penca de tuna sobre el pH de las aguas grises

Al revisar la presencia de discrepancias significativas entre las concentraciones del coagulante de penca de tuna (50, 100, 150, 200 y 250 mg/L) y la subvariable pH residual de las aguas grises formadas dentro del centro poblado Vilcahuaura, hemos acudido al uso del estadístico ANOVA instalado dentro del software SPSS programado al 95% de nivel de confianza. La información proporcionada por SPSS ha sido representada en la tabla 12, donde se expuso que el valor de significancia fue 0.530 y debido a eso se ha confirmado que no existe una influencia notable de la concentración coagulante.

Tabla 12. Análisis de varianza entre la concentración de penca de tuna y la pH

Análisis de varianza entre la concentración de penca de tuna y la pH

	Diferencias	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	1,787	4	0,447	0,894	0,530
	Dentro de grupos	2,500	5	0,500		
	Total	4,287	9			

Nota. Elaboración propia.

Lo plasmado en la figura 37 dieron a entender que al suministrarle al agua gris una concentración de 50 mg/L del coagulante de penca de tuna ha sido elevado el pH a 7.91 en comparación a su nivel original que fue 7.82. Además, al añadir el doble (100 mg/L) el pH del agua gris bajó hasta 6.81. A su vez, al incrementar la concentración del coagulante de penca de tuna hasta 150 mg/L el pH del agua gris disminuyó hasta 6.79. Igualmente, los 200 mg/L del polvo de penca de tuna elevaron el pH a 7.25 respecto a la concentración vertida anteriormente. Finalmente, los 250 mg/L del polvo de penca de tuna modificaron el pH del agua gris hasta 6.9.

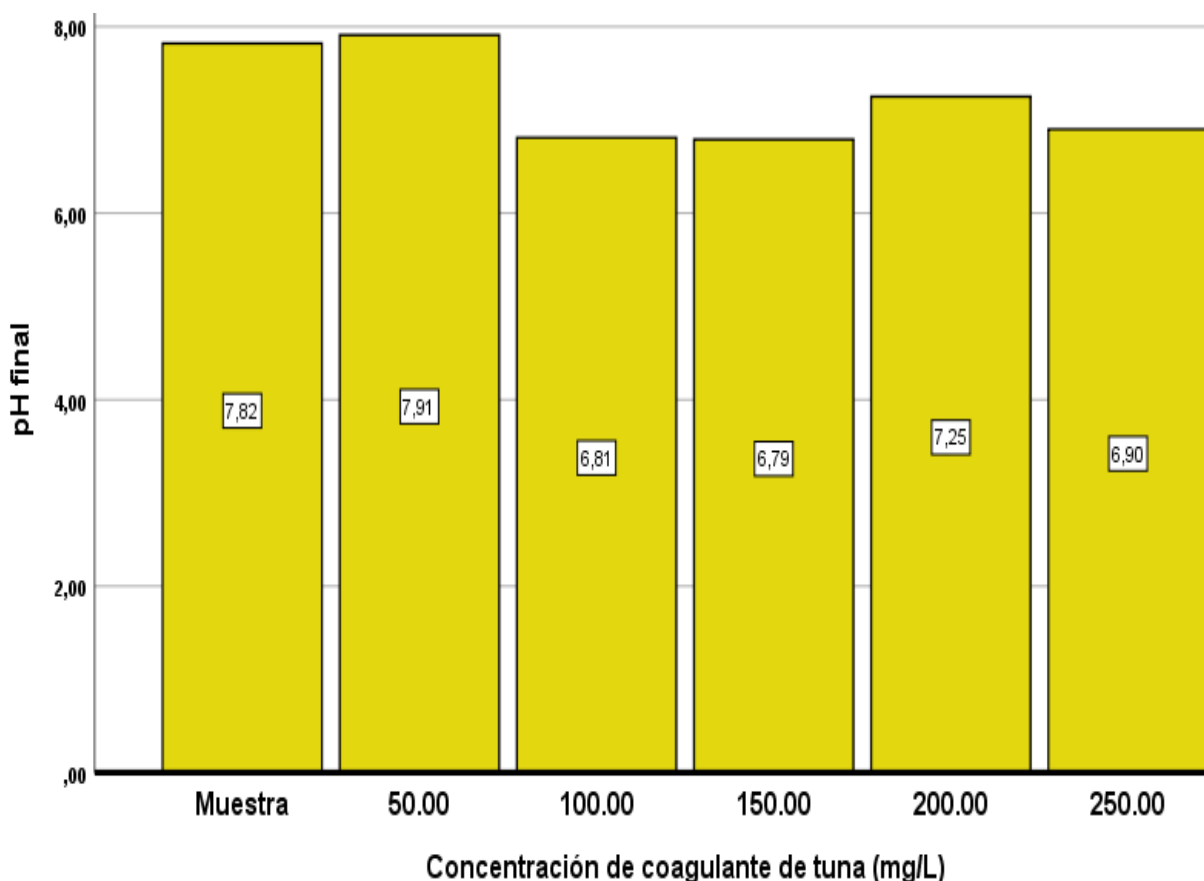


Figura 37. pH resultante con el coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.

Los 250 mg/L del coagulante de tuna hicieron que las propiedades del agua gris proveniente del centro poblado Vilcahuaura varíen a: 144 UNT de turbidez (valor más bajo), 6.9 de pH y 878 uS/cm de conductividad eléctrica y al ser comparados con los niveles del ECA Cat. 3 se apreció una conformidad en los 3 parámetros fisicoquímicos, por ende, se acepta hipótesis alterna.

Contrastación de la hipótesis específica 2

Efecto de la concentración del coagulante de penca de sábila sobre la turbiedad de las aguas grises

Al revisar la presencia de discrepancias significativas entre las concentraciones del coagulante de penca de sábila (50, 100, 150, 200 y 250 mg/L) y la subvariable turbiedad residual de las aguas grises formadas dentro del centro poblado Vilcahuaura, hemos acudido al uso del estadístico Kruskal-Wallis instalado dentro del software SPSS programado al 95% de nivel de confianza. La información proporcionada por SPSS ha sido representada en la tabla 13, donde se expuso que el valor de significancia fue 0.034 y debido a eso se ha confirmado que existe una influencia notable de la concentración coagulante.

Tabla 13. Kruskal-Wallis entre la concentración de penca de sábila y la turbidez

Kruskal-Wallis entre la concentración de penca de sábila y la turbidez

Turbidez	N total	Estadístico de prueba	Grados de libertad	Sig.
	10	8,727	4	0,034

Nota. Elaboración propia.

Lo plasmado en la figura 38 dieron a entender que al suministrarle al agua gris una concentración de 50 mg/L del coagulante de penca de sábila se logró remover la turbiedad a 437 UNT en comparación a su nivel original que fue 988 UNT. Al añadir la siguiente concentración (100 mg/L) la turbiedad se removió hasta las 461 UNT. A su vez, al incrementar la concentración del coagulante de penca de sábila hasta 150 mg/L la turbiedad del agua gris se eliminó hasta las 433 UNT. Igualmente, 200 mg/L del polvo de penca de sábila minimizó un 67.105% (325 UNT) la turbiedad. Finalmente, los 250 mg/L del polvo de penca de sábila modificaron la turbiedad del agua gris hasta las 196 UNT.

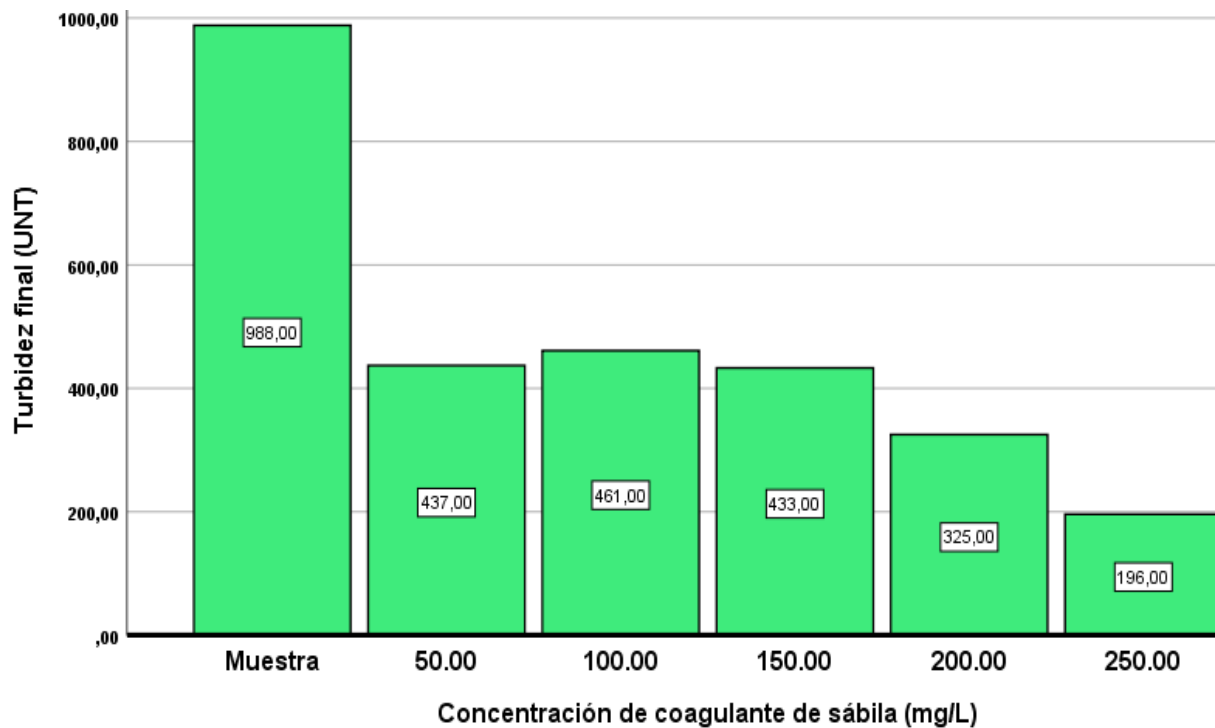


Figura 38. Turbiedad resultante con el coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.

Efecto de la concentración del coagulante de penca de sábila sobre la conductividad de las aguas grises

Al revisar la presencia de discrepancias significativas entre las concentraciones del coagulante de penca de sábila (50, 100, 150, 200 y 250 mg/L) y la subvariable conductividad residual de las aguas grises formadas dentro del centro poblado Vilcahuaura, hemos acudido al uso del estadístico Kruskal-Wallis instalado dentro del software SPSS programado al 95% de nivel de confianza. La información proporcionada por SPSS ha sido representada en la tabla 14, donde se expuso que el valor de significancia fue 0.025 y debido a eso se ha confirmado que existe una influencia notable de la concentración coagulante.

Tabla 14. Kruskal-Wallis entre la concentración de penca de sábila y la conductividad

Kruskal-Wallis entre la concentración de penca de sábila y la conductividad

Conductividad	N total	Estadístico de prueba	Grados de libertad	Sig.
	10	8,277	4	0,025

Nota. Elaboración propia.

Lo plasmado en la figura 39 dieron a entender que al suministrarle al agua gris una concentración de 50 mg/L del coagulante de penca de sábila se logró remover la conductividad a 732 uS/cm en comparación a su nivel original que fue 743 uS/cm. Además, al añadir el doble (100 mg/L)

la conductividad se elevó hasta las 756 uS/cm. Luego, al incrementar la concentración del coagulante de penca de sábila hasta 150 mg/L la conductividad del agua gris bajó hasta los 745 uS/cm. Igualmente, los 200 mg/L del polvo de penca de sábila elevaron la conductividad a 753 uS/cm. Finalmente, los 250 mg/L del polvo de penca de sábila modificaron la conductividad del agua gris hasta las 911 uS/cm.

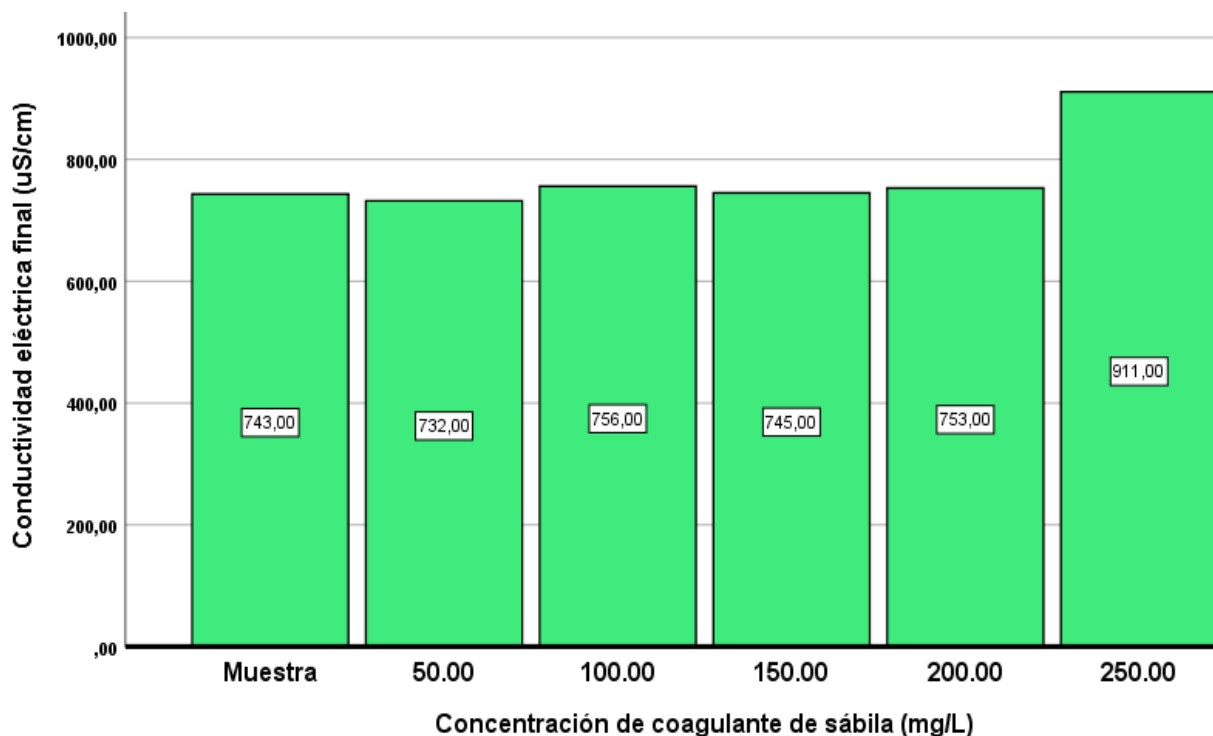


Figura 39. Conductividad resultante con el coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.

Efecto de la concentración del coagulante de penca de sábila sobre el pH de las aguas grises

Al revisar la presencia de discrepancias significativas entre las concentraciones del coagulante de penca de sábila (50, 100, 150, 200 y 250 mg/L) y la subvariable pH residual de las aguas grises formadas dentro del centro poblado Vilcahuaura, hemos acudido al uso del estadístico ANOVA instalado dentro del software SPSS programado al 95% de nivel de confianza. La información proporcionada por SPSS ha sido representada en la tabla 15, donde se expuso que el valor de significancia fue 0.968 y debido a eso se ha confirmado que no existe una influencia notable de la concentración coagulante.

Tabla 15. Análisis de varianza entre la concentración de penca de sábila y la pH

Análisis de varianza entre la concentración de penca de sábila y la pH

	Diferencias	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	0,245	4	0,061	0,123	0,968
	Dentro de grupos	2,500	5	0,500		
	Total	2,745	9			

Nota. Elaboración propia.

Lo plasmado en la figura 40 dieron a entender que al suministrarle al agua gris una concentración de 50 mg/L del coagulante de penca de sábila ha sido elevado el pH a 7.88 en comparación a su nivel original que fue 7.82. Además, al añadir el doble (100 mg/L) el pH del agua gris bajó hasta 7.48. A su vez, al incrementar la concentración del coagulante de penca de sábila hasta 150 mg/L y 200 mg/L el pH del agua gris subió a un mismo valor de 7.57. Finalmente, los 250 mg/L del polvo de penca de sábila disminuyeron el pH del agua gris hasta 7.43.

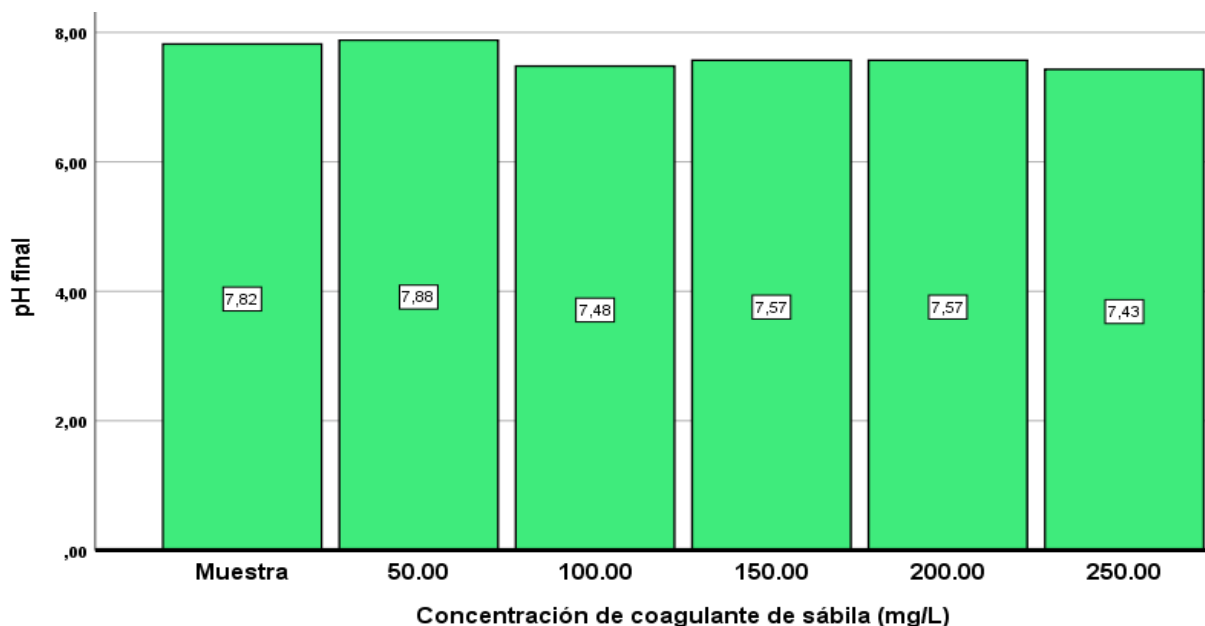


Figura 40. pH resultante con el coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.

Los 250 mg/L del coagulante de sábila hicieron que las propiedades del agua gris proveniente del centro poblado Vilcahuaura varíen a: 196 UNT de turbidez (valor más bajo), 7.43 de pH y 911 uS/cm de conductividad eléctrica y al ser comparados con los niveles del ECA Cat. 3 se apreció una conformidad en los 3 parámetros fisicoquímicos, por ende, se acepta hipótesis alterna.

Contrastación de la hipótesis específica 3

Efecto de la concentración del coagulante de semilla de mango sobre la turbiedad de las aguas grises

Al revisar la presencia de discrepancias significativas entre las concentraciones del coagulante de semilla de mango (50, 100, 150, 200 y 250 mg/L) y la subvariable turbiedad residual de las aguas grises formadas dentro del centro poblado Vilcahuaura, hemos acudido al uso del estadístico Kruskal-Wallis instalado dentro del software SPSS programado al 95% de nivel de confianza. La información proporcionada por SPSS ha sido representada en la tabla 16, donde se expuso que el valor de significancia fue 0.039 y debido a eso se ha confirmado que existe una influencia notable de la concentración coagulante.

Tabla 16. Kruskal-Wallis entre la concentración de semilla de mango y la turbidez
Kruskal-Wallis entre la concentración de semilla de mango y la turbidez

Turbidez	N total	Estadístico de prueba	Grados de libertad	Sig.
	10	8,393	4	0,039

Nota. Elaboración propia.

Lo plasmado en la figura 41 dieron a entender que al suministrarle al agua gris una concentración de 50 mg/L del coagulante de semilla de mango se logró remover la turbiedad a 435 UNT en comparación a su nivel original que fue 988 UNT. Además, al añadir el doble de concentración (100 mg/L) la turbiedad se eliminó hasta las 294 UNT. A su vez, al incrementar la concentración del coagulante de semilla de mango hasta 150 mg/L la turbiedad del agua gris se removió hasta las 289 UNT. Igualmente, 200 mg/L del polvo de mango minimizó un 84.51% (153 UNT) la turbiedad. Finalmente, los 250 mg/L del polvo de semilla de mango modificaron la turbiedad del agua gris hasta las 153 UNT.

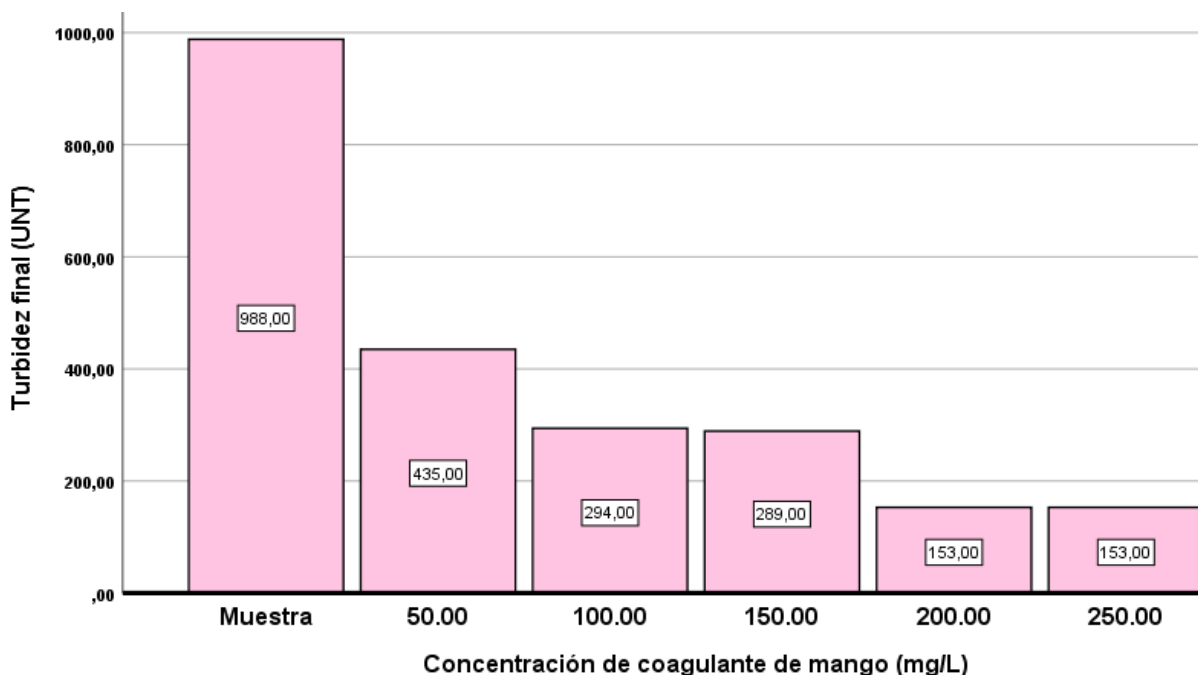


Figura 41. Turbiedad resultante con el coagulante de semilla de mango. Fuente: Propia.

Efecto de la concentración del coagulante de semilla de mango sobre la conductividad de las aguas grises

Al revisar la presencia de discrepancias significativas entre las concentraciones del coagulante de semilla de mango (50, 100, 150, 200 y 250 mg/L) y la subvariable conductividad residual de las aguas grises formadas dentro del centro poblado Vilcahuaura, hemos acudido al uso del estadístico Kruskal-Wallis instalado dentro del software SPSS programado al 95% de nivel de confianza. La información proporcionada por SPSS ha sido representada en la tabla 17, donde se expuso que el valor de significancia fue 0.018 y debido a eso se ha confirmado que existe una influencia notable de la concentración coagulante.

Tabla 17. Kruskal-Wallis entre la concentración de semilla de mango y la conductividad

Kruskal-Wallis entre la concentración de semilla de mango y la conductividad

Conductividad	N total	Estadístico de prueba	Grados de libertad	Sig.
	10	8,423	4	0,018

Nota. Elaboración propia.

Lo plasmado en la figura 42 dieron a entender que al suministrarle al agua gris una concentración de 50 mg/L del coagulante de semilla de mango la conductividad se elevó a 745 uS/cm en comparación a su nivel original que fue 743 uS/cm. Además, al añadir el doble (100 mg/L) la

conductividad se ha bajado hasta 726 uS/cm. A su vez, al incrementar la concentración del coagulante de semilla de mango hasta 150 mg/L la conductividad del agua gris subió hasta los 747 uS/cm. Mientras que, los 200 mg/L del polvo de mango minimizaron la conductividad a 690 uS/cm. Finalmente, los 250 mg/L del polvo de semilla de mango modificaron la conductividad del agua gris hasta las 733 uS/cm.

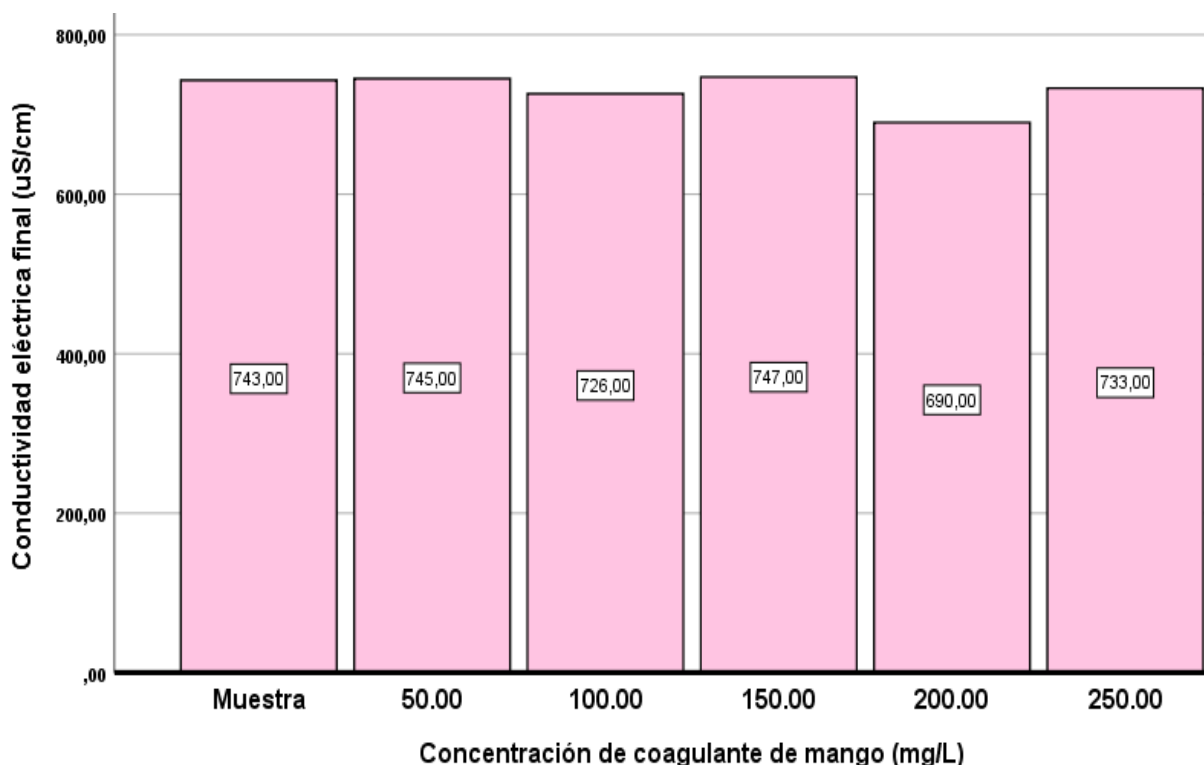


Figura 42. Conductividad resultante con el coagulante de semilla de mango. Fuente: Propia.

Efecto de la concentración del coagulante de semilla de mango sobre el pH de las aguas grises

Al revisar la presencia de discrepancias significativas entre las concentraciones del coagulante de semilla de mango (50, 100, 150, 200 y 250 mg/L) y la subvariable pH residual de las aguas grises formadas dentro del centro poblado Vilcahuaura, hemos acudido al uso del estadístico ANOVA instalado dentro del software SPSS programado al 95% de nivel de confianza. La información proporcionada por SPSS ha sido representada en la tabla 18, donde se expuso que el valor de significancia fue 0.725 y debido a eso se ha confirmado que no existe una influencia notable de la concentración coagulante.

Tabla 18. Análisis de varianza entre la concentración de semilla de mango y la pH

Análisis de varianza entre la concentración de semilla de mango y la pH

	Diferencias	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Entre grupos	1,047	4	0,262	0,524	0,725
	Dentro de grupos	2,500	5	0,500		
	Total	3,547	9			

Nota. Elaboración propia.

Lo plasmado en la figura 43 dieron a entender que al suministrarle al agua gris una concentración de 50 mg/L del coagulante de semilla de mango ha sido disminuido el pH a 7.63 en comparación a su nivel original que fue 7.82. Además, al añadir el doble (100 mg/L) el pH del agua gris bajó más hasta 7.27. A su vez, al incrementar la concentración del coagulante de semilla de mango hasta 150 mg/L y 200 mg/L el pH del agua gris disminuyó a niveles de pH de 7.25 y 6.65 respectivamente. Finalmente, la última concentración del polvo de mango (250 mg/L) incrementó el pH del agua gris hasta 7.01.

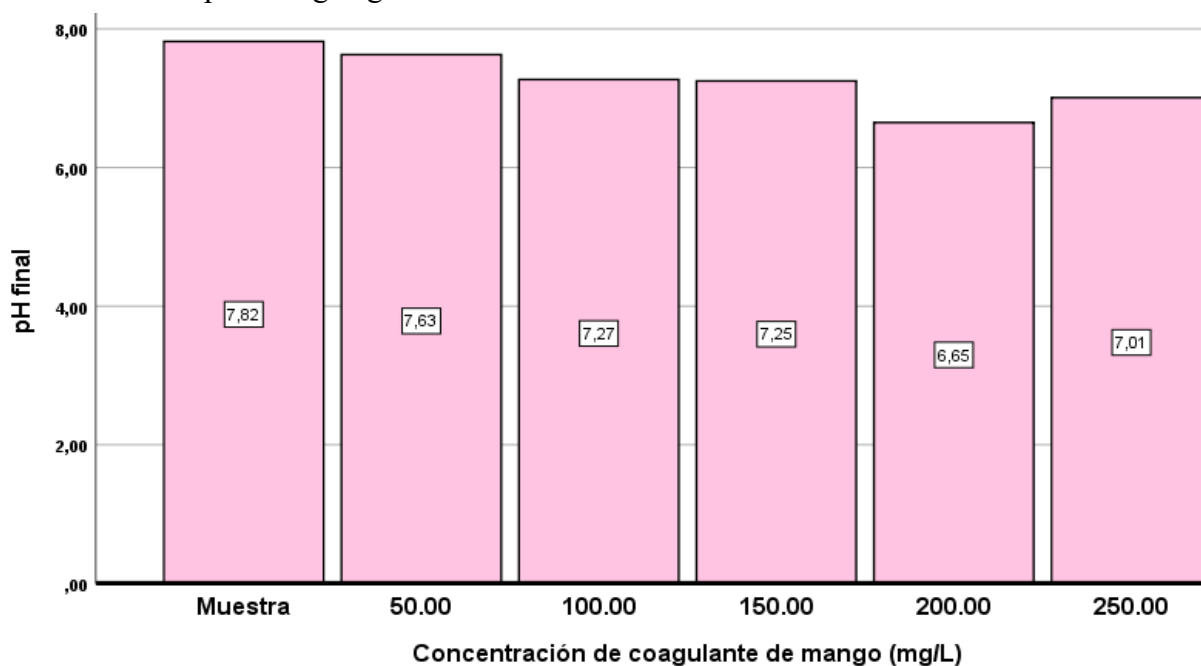


Figura 43. pH resultante con el coagulante de semilla de mango. Fuente: Propia.

Los 250 mg/L del coagulante de sábila hicieron que las propiedades del agua gris proveniente del centro poblado Vilcahuaura varíen a: 153 UNT de turbidez (valor más bajo), 7.01 de pH y 733 uS/cm de conductividad eléctrica y al ser comparados con los niveles del ECA Cat. 3 se

apreció una conformidad en los 3 parámetros fisicoquímicos, por lo cual, se acepta la hipótesis alterna.

Contrastación de la hipótesis general

Para saber si el coagulante de penca de tuna, penca de sábila y semilla de mango fueron efectivos para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises generadas en el centro poblado de Vilcahuaura se han reunido dentro de la tabla 19 las concentraciones de los tres coagulantes que dieron los niveles óptimos de pH, turbidez y conductividad del efluente gris tratado.

Tabla 19. Dosis efectiva del coagulante de penca de tuna, de sábila y semilla de mango
Dosis efectiva del coagulante de penca de tuna, de sábila y semilla de mango

Concentración coagulante (mg/L)	Tipo	Turbidez (UNT)	Turbidez en ECA Agua (UNT)	pH	pH en ECA Agua	C. E. (uS/cm)	C. E. en ECA Agua (uS/cm)
		<i>Valor medio</i>	<i>Valor</i>	<i>Valor medio</i>	<i>Valor</i>	<i>Valor medio</i>	<i>Valor</i>
250	Penca de tuna	144	No especificado	6.9	6.5 a 8.5	878	< 2500
250	Penca de sábila	196		7.43	6.5 a 8.5	911	< 2500
250	Semilla de mango	153		7.01	6.5 a 8.5	733	< 2500

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 19 se aprecia que la concentración de 250 mg/L de los polvos de penca, sábila y mango hicieron que las características del agua gris se modificasen a valores que respeten los rangos establecidos por la categoría 3 de los ECA para Agua, dejando en claro así que son efectivos para el tratamiento fisicoquímico de tales efluentes. Al final, se acepta la hipótesis general alternativa.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

Coagulante de penca de tuna

La concentración de 100 mg/L del coagulante de penca de tuna colocada en las aguas grises del centro poblado Vilcahuaura pudo disminuir la turbidez en un 65.18% siendo una remoción inferior a la reportada por Mestanza Inga (2023) quien al dosificarle una concentración de 100 mg/L de un polvo de penca a su muestra bajó su turbidez en un 92.03%.

Además, la concentración más baja (65 mg/L) del coagulante de tuna elaborado por Cañari y León (2023) ha reducido la turbidez de la muestra (126 UNT iniciales) en un 48.09%, mientras que la menor concentración de polvo de tuna empleada por nosotros (50 mg/L) eliminó un 65.99% de la turbidez de las aguas grises del centro poblado Vilcahuaura (988 UNT iniciales). Cuando Mestanza Inga (2023) pudo dosificarle una concentración de 150 mg/L de su coagulante de tuna a un efluente quitó la turbidez en un 92%, mientras que esa misma concentración de nuestro coagulante de penca de tuna vertida en los efluentes grises del poblado Vilcahuaura ha eliminado la turbiedad en un 82.49%.

La máxima concentración de 30 mg/L de un coagulante de penca de tuna preparada por Rashuaman Benito (2024) permitió que la turbidez del efluente desaparezca en un 58.75%, siendo un rendimiento menor a la remoción de 85.425% obtenida por la cantidad más alta (250 mg/L) de nuestro coagulante.

Asimismo, los 200 mg/L del polvo de tuna elaborado por el investigador Terán Sánchez (2022) han quitado la turbidez de su agua servida en un 99.67%, pero nosotros obtuvimos una remoción de turbidez inferior que ha sido 82.59%.

Respecto al parámetro pH, el pH inicial (7.82) del efluente gris del centro poblado Vilcahuaura se incrementó a 7.91 cuando se le añadió una concentración de 50 mg/L del coagulante de penca de tuna y un comportamiento semejante fue indicado por Chamaca Luna (2023) el cual al usar una concentración igual cambió el pH original de la muestra (6.42) a un nuevo valor de 7.81 aumentándolo.

Coagulante de penca de sábila

Luego de aplicar una concentración de 100 mg/L del coagulante de penca de sábila sobre las aguas grises del centro poblado Vilcahuaura se ha disminuido la turbidez en un 53.34% siendo una remoción menor a la notificada por Mestanza Inga (2023) quien al dosificarle una

concentración de 100 mg/L del coagulante de sábila a un efluente recolectado eliminó su turbidez en un 85.21%.

Cuando Mestanza Inga (2023) pudo dosificarle una concentración de 250 mg/L de su coagulante de sábila a un efluente quitó la turbidez inicial (115 UNT) en un 90.14%, mientras que esa misma concentración de nuestro coagulante de polvo de sábila vertida en los efluentes grises del poblado Vilcahuaura ha quitado la turbiedad original (988 UNT) en un 80.16%.

El efluente gris del centro poblado Vilcahuaura presentó un pH inicial de 7.82 que posterior a la aplicación de una concentración de 50 mg/L de penca de sábila en polvo fue modificado a 7.88 y un aumento parecido fue identificado en el trabajo de Chamaca Luna (2023) quien tras dosificar 50 mg/L de su coagulante de sábila hizo que el pH de su muestra (6.42) se incrementa a 7.32.

Huertas Oleas (2022) consiguió una eliminación de turbidez del 87.834% luego de hecharle una concentración de 120 mg/L de un coagulante de sábila elaborado por él sobre su muestra de agua residual, mientras que nuestra concentración del 150 mg/L del coagulante de sábila removió un 56.174% de la turbiedad del efluente gris presente en el centro poblado de Vilcahuaura.

Coagulante de semilla de mango

El pH de la muestra del efluente gris del centro poblado Vilcahuaura que fue de 7.82 se ha reducido a 7.63 posterior a la incorporación de 50 mg/L del coagulante de semilla de mango, pero un efecto opuesto ha sido encontrado en la investigación de Oliveros Godínez (2022) quien luego de agregar una dosis igual subió el pH inicial de su agua servida que era de 6.8 a un valor nuevo de 7.2.

Cuando Barrios y Martínez (2023) pudo incorporar una concentración de 100 mg/L de su coagulante de mango dentro de su efluente muestreado quitó su turbidez en un 10%, mientras que esa misma concentración de nuestro coagulante de mango añadida en los efluentes grises del poblado Vilcahuaura ha eliminado la turbiedad en un 70.24%.

También, la concentración de 50 mg/L de nuestro polvo de mango redujo la turbidez inicial (988 UNT) del efluente gris en un 55.97%, pero tal eliminación fue menor a la obtenida por Romero et al. (2021) quienes después de emplear una concentración de 50 mg/L de su coagulante de mango pudo minimizar en un 65.99% la turbidez de su agua residual.

Por otro lado, la concentración más alta (250 mg/L) del coagulante de semilla de mango aplicado sobre nuestras muestras de efluente gris provenientes del centro poblado Vilcahuaura consiguió una minimización de la turbidez inicial (988 UNT) del 84.51% superando al 58.7% de eliminación turbidez que alcanzaron los autores Huamán y Rojas (2024) tras emplear una dosis igual sobre un efluente con 448 UNT iniciales.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Los coagulantes naturales de penca de tuna, penca de sábila y semilla de mango fueron efectivos para el tratamiento fisicoquímico de las aguas grises provenientes de los hogares el centro poblado de Vilcahuaura porque permitieron que el agua tratada cumpla los requisitos necesarios (ECA Agua Cat. 3) para utilizarse durante el riego de vegetales.
- El tratamiento fisicoquímico con los 250 mg/L del coagulante de tuna hicieron que las propiedades del agua gris proveniente del centro poblado Vilcahuaura varíen a: 144 UNT de turbidez (nivel más bajo), 6.9 de pH y 878 uS/cm de conductividad eléctrica y al ser comparados con los niveles del ECA Cat. 3 pudo apreciarse una conformidad de los 3 parámetros.
- El tratamiento fisicoquímico con los 250 mg/L del coagulante de sábila hicieron que las propiedades del agua gris proveniente del centro poblado Vilcahuaura varíen a: 196 UNT de turbidez (nivel más bajo), 7.43 de pH y 911 uS/cm de conductividad eléctrica y al ser comparados con los niveles del ECA Cat. 3 pudo apreciarse una conformidad de los 3 parámetros.
- El tratamiento fisicoquímico con los 250 mg/L del coagulante de semilla de mango hicieron que las propiedades del agua gris proveniente del centro poblado Vilcahuaura varíen a: 153 UNT de turbidez (nivel más bajo), 7.01 de pH y 733 uS/cm de conductividad eléctrica y al ser comparados con los niveles del ECA Cat. 3 pudo apreciarse una conformidad de los 3 parámetros.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda la búsqueda y evaluación de métodos alternativos para la extracción de los componentes coagulantes del mango, sábila y tuna diferentes a los efectuados en esta investigación.
- Si se cuenta con los reactivos necesarios se podría modificar a niveles muy alcalinos o muy ácidos durante la prueba de jarras el pH de los efluentes grises formados por los habitantes del centro poblado de Vilcahuaura y comparar las efectividades sobre la eliminación de turbiedad para los tres coagulantes naturales. Asimismo, también se podría incidir en la

variación de otros factores como la temperatura, gradiente de mezclado o incrementando la concentración de los polvos.

- Al ejecutar las labores de muestreo de efluentes grises es crucial considerar aspectos como: Usar recipientes bien dimensionados, en buen estado y limpios; posicionarse en un sitio seguro antes de la recolección; prevenir el recojo de sólidos gruesos; verificar que los frascos se mantengan sellados, etc.
- Promover que los habitantes del centro poblado de Vilcahuaura optimicen el consumo del agua en sus domicilios con el propósito de minimizar el volumen de efluentes grises que la estación depuradora tendrá que gestionar posteriormente.

CAPÍTULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado Chaves, A. (2004). *Maquinaria y mecanización agrícola*. San José: EUNED. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=OCfKpzcwiOgC&pg=PA431&dq=agitador+mecanico+equipo&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjTsoGbueWDAxXQCrkGHYUKDlkQ6wF6BAgGEAU#v=onepage&q=agitador%20mecanico%20equipo&f=false
- Antúnez Soria, F. M. (2017). *Organización y montaje mecánico e hidráulico de instalaciones solares térmicas*. ENAE0208. Madrid: IC Editorial. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=8VYpEAAAQBAJ&pg=PT258&dq=aguas+grises&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjqt53ysoqOAxWQErkGHTHoBuQ4ChDoAXoECAoQAw&fbclid=IwY2xjawLLgkpleHRuA2FlbQIxMABicmlkETE3RGxCVjhwNWk5
- Arboleda Valencia, J., Buitrago León, I. A., & Jaramillo Gómez, L. A. (2023). *Teoría y práctica de la purificación del agua potable. Tomo 1*. Bogotá: Ecoe Ediciones. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=4wziEAAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=teoria+y+purificacion+de+agua+coagulantes&hl=en&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=teoria%20y%20purificacion%20de%20agua%20coagulant
- Arreneche, R. O. (2021). *Instalaciones sanitarias sostenibles*. Barcelona: CP67. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=jLszEAAAQBAJ&pg=PA388&dq=aguas+grises&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&sa=X&ved=2ahUKEwiIg5iv4LWOAxWACrkGHRRuMUIQ6AF6BAgNEAM#v=onepage&q=aguas%20grises&f=false
- Barrios Guerrero, J. E., & Martínez Zarante, T. M. (2023). *Publicación: Eficiencia de la semilla de mangifera indica (mango de hilacha) como coagulante orgánico en una muestra de agua residual doméstica [*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11323/10633>

- Cañari Porras, A. S., & Leon López, K. N. (2023). *Reducción de turbidez mediante los coagulantes naturales Moringa oleifera y Opuntia ficus-indica en aguas superficiales de la Quebrada Huaycoloro [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/33816>
- Carreño, L., Rueda, A., Reyes, S., Muñoz, F., Cancino, J., & Fernández, M. (2022). *Química verde: Conceptos básicos y aplicaciones*. Bucaramanga: Ediciones UIS. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=EtKZEAAAQBAJ&pg=PT49&dq=coloides+hidrof%C3%B3licos&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwj52dH0x8_-AhVQqpUCHXQgD3UQ6wF6BAgMEAU#v=onepage&q=coloides%20hidrof%C3%B3licos&f=false
- Chamaca Luna, A. (2023). *Evaluación de la capacidad de coagulación y floculación de aloe vera y opuntia ficus indica para reducir la turbidez y otros contaminantes solubles y en suspensión de aguas del río Pallina [Tesis para optar título, Universidad Mayor de San Andrés]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/34287>
- Chica Moreno, R. (2001). *Uso de aguas residuales depuradas en sistemas de riego por goteo*. Repositorio: Universidad Almería. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=6AO1CwAAQBAJ&pg=PA25&dq=aguas+grises+composici%C3%B3n&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjHx7mTtIqOAxVDqZUCHSBUF4g4ChDoAXoECAIQAw&fbclid=IwY2xjawLLgsVleHRuA2FlbQIxMABicmlk
- Díaz, R. (10 de Marzo de 2022). *Centro Residencial de Reposo Ex Hacienda Vilcahuaura*. Obtenido de Scribd: https://es.scribd.com/document/575762339/TESIS-Casa-de-Reposo?fbclid=IwY2xjawLLf9BleHRuA2FlbQIxMABicmlkETE3RGxCVjhwNWk5QnZwaGZSAR6P39y6FBXqpt2oAh12Q0evcYGEfdOsGfuGFTXbYtWMo-oTb8l7cOu3qhTvVQ_aem_V39kZZ8DrynosQpMIUD6OA
- Domínguez Fernández, R., Arzate Vázquez, I., & Chanona Pérez, J. (2012). El gel de Aloe vera: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en

la industria farmacéutica y alimentaria. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 11(1), 23-43. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382012000100003

El Comercio. (5 de Julio de 2024). *Tratamiento de aguas residuales se alza como opción en beneficio del sector agrícola*. Obtenido de Tratamiento de aguas residuales se alza como opción en beneficio del sector agrícola: https://elcomercio.pe/peru/tratamiento-de-aguas-residuales-se-alza-como-opcion-en-beneficio-del-sector-agricola-noticia/?fbclid=IwY2xjawLLf29leHRuA2FlbQIxMABicmlkETE3RGxCVjhwNWk5QnZwaGZSAR5hPUSpK5JY7BSGL0cgNN5xmHT39-tCRdVYQmPLSUS03RcXxRrF3XA0CPYA_aem_vY

FAO. (2018). *Ecología del cultivo, manejo y usos del nopal*. Food & Agriculture Org. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=z3dhDwAAQBAJ&pg=PA152&dq=mucilago+de+tuna&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjOs5mDpdOJAxVopZUCHdUbJmYQ6AF6BAgIEAM#v=onepage&q=mucilago%20de%20tuna&f=false

Garritz, A. (1998). *Química*. Pearson Educación. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=kbvDfKe1810C&pg=PA117&dq=movimiento+browniano+coloides&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjCtYPi6YGJAxUVLrkGHWmCF-0Q6wF6BAgLEAU#v=onepage&q=movimiento%20browniano%20coloid

Guzzini, M. O. (2015). *UF1667 - Tratamiento de agua potable*. Barcelona: Editorial Elearning, S.L. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=s8ZWDwAAQBAJ&pg=PA376&dq=desventajas+del+sulfato+de+aluminio&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&sa=X&ved=2ahUKEwiGq_6_3rWOAxWXD7kGHUIPPHAQ6AF6BAgKEAM&fbclid=IwY2xjawMlhs9leHRuA2FlbQIxMABicmlkETFq

- Huaman Santa Cruz, B., & Rojas Ligas, R. (2024). *Remoción de materia orgánica del efluente del camal municipal de la provincia de Anta por coagulación – floculación usando semillas de mango (Mangifera indica L) [Tesis para optar título, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12918/10282>
- Huertas Oleas, J. A. (2022). *Utilización de aloe vera y la cáscara de la pitahaya amarilla como coagulante para el tratamiento de aguas para consumo humano [Tesis para obtener título, Escuela Politécnica Nacional]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/22673>
- Jones, L. (2006). *Principios de Química. La búsqueda del conocimiento*. Madrid: Ed. Médica Panamericana. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=0JuUu1yWTisC&pg=SL6-PA55&dq=soluci%C3%B3n+madre&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwi-h76grJOKAxUlr5UCHev7H8QQ6AF6BAgEEAM#v=onepage&q=soluci%C3%B3n%20madre&f=false
- León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José: Agroamerica. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=NBtu79LJ4h4C&pg=PA281&dq=mango+botanica&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwiTrvqCtsSMAxVOLrkGHeeULaYQ6AF6BAgFEAM#v=onepage&q=mango%20botanica&f=false
- Marín Galvín, R. (2012). *Procesos fisicoquímicos en depuración de aguas*. Ediciones Díaz de Santos. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=fOuODwAAQBAJ&pg=PA2&dq=coagulaci%C3%B3n+aguas+residuales&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwj-h6T8ssX-AhVkl7kGHYHDDmY4KBDrAXoECAIQBQ#v=onepage&q=coagulaci%C3%B3n%20aguas%2

- Mestanza Inga, I. T. (2023). *Comparación de la eficiencia en la reducción de turbidez del agua usando la penca sábila (Aloe vera) respecto al nopal (Opuntia ficus-indica) en el distrito de Cumba, Utcubamba – Amazonas [Tesis para título, Universidad Toribio Rodríguez de Mendoza]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14077/3609>
- MINAGRI. (1999). *El mango en el Perú y sus vínculos con el mercado internacional*. Lima: IICA Biblioteca Venezuela. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=7fcqAAAAYAAJ&pg=PA16&dq=mango+cultivo&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjCzf-HtcSMAxUNOrkGHcDzD34Q6AF6BAgKEAM#v=onepage&q=mango%20cultivo&f=false
- Moreno Villa, M. (1999). *Filosofía: Historia de la Filosofía Moderna y Contemporánea. Profesores de Enseñanza Secundaria. Temario para la Preparación de Oposiciones*. Madrid: MAD-Eduforma. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=hunNzuMIVZAC&pg=PA111&dq=empirismo&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwiho9nTvLyLAXUJppUCHaxQDuQQ6AF6BAgNEAM#v=onepage&q=empirismo&f=false
- Mulero, M. (2015). *Cómo cura el aloe vera: Todas las aplicaciones de un auténtico elixir de belleza y salud*. RBA Libros. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=KUPODwAAQBAJ&pg=PT4&dq=aloe+vera+composici%C3%B3n+quimica&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjP-tag1oSJAxVeIbkGHV9tNBYQ6AF6BAgOEAM#v=onepage&q=aloe%20vera%20composici%C3%B3n
- Oliveros Godínez, I. K. (2022). *Análisis del uso de la molienda de la semilla de mango criollo (Mangifera indica) como coagulante orgánico en el tratamiento de agua para consumo*

- humano [Tesis para optar título, Universidad de San Carlos de Guatemala]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/>
- Ortiz, J. L. (2010). *Aloe Vera: La planta del futuro*. AuthorHouse. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=bWCB4uNQlJcC&pg=PA21&dq=aloe+vera+h ojas&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwiahNCC_NGJAxUTr5UCHSLgCJgQ6AF6BAgHEAM#v=onepage&q=aloe%20vera%20hojas&f=false
- Rafael Ramírez, H., Espino Rodríguez, E. P., & Tingal Infante, I. (2012). *Morfología de tuna (Opuntia ficus indica Mill.)*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.14074/2853>
- Rashuaman Benito, K. (2024). *Comparación de la eficiencia de tratamiento en la remoción de materia orgánica entre opuntia ficusindica y cloruro férrico para las aguas del río Mantaro-2023 [Tesis para optar título profesional, Universidad Continental]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12394/15535>
- Rodríguez Mellado, J. M., & Marín Galvín, R. (1999). *Fisicoquímica de aguas*. Ediciones Díaz de Santos. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=0gt-ra9MHHwC&pg=PA35&dq=coloides+agua&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwj7N-o6IGJAxUVGbkGHaalLtsQ6AF6BAgNEAM#v=onepage&q=coloides%20agua&f=false
- Roig , O. (2019). *Aloe vera*. Parkstone International. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=rGiKDwAAQBAJ&pg=PT31&dq=aloe+vera+ composici%C3%B3n+quimica&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjP-tag1oSJAxVeIbkGHV9tNBYQ6wF6BAgLEAU#v=onepage&q=aloe%20vera%20co mposici%C3%
- Roldán Pérez, G. (2003). *Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP Col*. Medellín: Universidad de Antioquia. Obtenido de

https://books.google.com.pe/books?id=ZEjgIKZTF2UC&pg=PA8&dq=conductividad+electrica+agua&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwj3pv_qZOKAxVIH7kGHTRbAJ0Q6AF6BAgKEAM#v=onepage&q=conductividad%20electrica%20agua&f

Romano , Z. (2000). *El poder curativo del Aloe Vera*. Editorial Bonum. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=S00EMXz7N9cC&pg=PA42&dq=flor+aloe+vera&hl=es-](https://books.google.com.pe/books?id=S00EMXz7N9cC&pg=PA42&dq=flor+aloe+vera&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwiAh_PF_dGJAxW0qZUCHQGiG9MQ6wF6BAgGEAU#v=onepage&q=flor%20aloe%20vera&f=false)

[419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwiAh_PF_dGJAxW0qZUCHQGiG9MQ6wF6BAgGEAU#v=onepage&q=flor%20aloe%20vera&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=S00EMXz7N9cC&pg=PA42&dq=flor+aloe+vera&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwiAh_PF_dGJAxW0qZUCHQGiG9MQ6wF6BAgGEAU#v=onepage&q=flor%20aloe%20vera&f=false)

Romero Guzmán, B., Huamán Malla, J., & Castro Mandujano, N. (2021). Tratamiento de aguas superficial empleando como coagulante almidón de semilla de mango (mangifera indica l. variedad criolla). *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 22(6), 240-249.

Sáenz, C., & Berger, H. (2006). *Utilización agroindustrial del nopal*. Food & Agriculture Org. Obtenido de [https://books.google.com.pe/books?id=llaxlnmJfFoC&pg=PA20&dq=tuna+partes&hl=es-](https://books.google.com.pe/books?id=llaxlnmJfFoC&pg=PA20&dq=tuna+partes&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjZseHk0c-JAxUhp5UCHX8MBkwQ6wF6BAgOEAU#v=onepage&q=tuna%20partes&f=false)

[419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjZseHk0c-JAxUhp5UCHX8MBkwQ6wF6BAgOEAU#v=onepage&q=tuna%20partes&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=llaxlnmJfFoC&pg=PA20&dq=tuna+partes&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjZseHk0c-JAxUhp5UCHX8MBkwQ6wF6BAgOEAU#v=onepage&q=tuna%20partes&f=false)

Sainz Sastre, J. A. (2005). *Tecnologías para la sostenibilidad*. EOI Escuela de Organización Industrial. Obtenido de

[https://books.google.com.pe/books?id=r9aK7UttDU8C&pg=PA317&dq=pH+coagulaci](https://books.google.com.pe/books?id=r9aK7UttDU8C&pg=PA317&dq=pH+coagulaci%C3%B3n+agua&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjjkvy44GJAxW9HLkGHZBTFm44HhDrAXoECAkQBQ#v=onepage&q=pH%20coagulaci%C3%B3n%20agua&f=fa)

[i%C3%B3n+agua&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjjkvy44GJAxW9HLkGHZBTFm44HhDrAXoECAkQBQ#v=onepage&q=pH%20coagulaci%C3%B3n%20agua&f=fa](https://books.google.com.pe/books?id=r9aK7UttDU8C&pg=PA317&dq=pH+coagulaci%C3%B3n+agua&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjjkvy44GJAxW9HLkGHZBTFm44HhDrAXoECAkQBQ#v=onepage&q=pH%20coagulaci%C3%B3n%20agua&f=fa)

Social Impact. (29 de Setiembre de 2022). *¿Cuál es la situación de las aguas residuales en Latinoamérica?* Obtenido de Doinglobal: <https://doinglobal.com/aguas-residuales-latinoamerica/?fbclid=IwY2xjawLLfIBleHRuA2F1bQIxMABicmlkETE3RGxCVjhwN>

Wk5QnZwaGZSAR7y5i1cxEq1A36hdo2g9xe13M5Tt15UOKH7yAY3wH6XUpjlm_i
ce9n8iWInA_aem_gQvAts6q8N-ZPWPpfmbm9A

Terán Sánchez, J. L. (2022). *Evaluación de la eficiencia del nopal (Opuntia ficus-indica) para la disminución de la turbidez del río Carrizal en época lluviosa [Tesis para optar título de Ingeniero Ambiental, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.esпам.edu.ec/handle/42000/1887>

Tevalcor. (5 de Junio de 2023). *La problemática de las aguas residuales y la importancia de tratarlas adecuadamente*. Obtenido de <https://tevalcor.com/problematika-aguas-residuales/>

Trebla, N. (2015). *60 Perspectivas Esenciales Sobre Tecnología Sostenible En 7 Minutos Cada Una: Un viaje rápido a través de innovaciones y estrategias para un futuro sostenible*. Barcelona: Íntegra. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=T0ZiEQAAQBAJ&pg=PT36&dq=aguas+grises&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjqt53ysoqOAxWQErkGHTHoBuQ4ChDoAXoECAgQAw&fbclid=IwY2xjawLLgLtIeHRuA2FlbQIxMABicmlkETE3RGxCVjhwNWk5Q

Vergara Iraeta, A. I., & Balluerka Lasa, N. (2002). *Diseños de investigación experimental en psicología: modelos y análisis de datos mediante el SPSS 10.0*. Madrid: Pearson Educación. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=F6g6mEqC8CIC&pg=PA8&dq=dise%C3%B1o+experimental+y+no+experimental&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved=2ahUKEwjphMe7wJuMAxVgLbkGHY2ZImAQ6AF6BAGKEAM&fbclid=IwY2xjawJKb6lleHRuA2FlbQI

Weber, W. (2021). *Control de la calidad del agua: Procesos fisicoquímicos*. Reverté. Obtenido de https://books.google.com.pe/books?id=S9MfEAAQBAJ&pg=PA103&dq=floculacion+pericinetica&hl=es-419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved


=2ahUKEwiV9sHln4SJAxVtHrkGHQnPCx8Q6wF6BAgGEAU#v=onepage&q=flocu
lacion%20pericinetica&f=false

Wieland Fernandini, P. (2017). *Introducción al derecho ambiental*. Lima: Fondo Editorial de la
PUCP. Obtenido de

[https://books.google.com.pe/books?id=o6DNDwAAQBAJ&pg=PT31&dq=eca+agua&](https://books.google.com.pe/books?id=o6DNDwAAQBAJ&pg=PT31&dq=eca+agua&hl=es-)
[hl=es-](https://books.google.com.pe/books?id=o6DNDwAAQBAJ&pg=PT31&dq=eca+agua&hl=es-)

[419&newbks=1&newbks_redir=0&source=gb_mobile_search&ovdme=1&sa=X&ved](https://books.google.com.pe/books?id=o6DNDwAAQBAJ&pg=PT31&dq=eca+agua&hl=es-)
[=2ahUKEwiKhL_CqZOKAxWWP7kGHTACAikQ6AF6BAgNEAM#v=onepage&q=](https://books.google.com.pe/books?id=o6DNDwAAQBAJ&pg=PT31&dq=eca+agua&hl=es-)
[eca%20agua&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=o6DNDwAAQBAJ&pg=PT31&dq=eca+agua&hl=es-)

ANEXOS

 UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN			CADENA DE CUSTODIA				Clave: UNJFSC-FCC-001		
							Versión: 001		
Provincia:		Huaura		Distrito:		Vilcashuaura		Fecha:	03/09/2025
Encargado del muestreo:			Díaz Ramírez Nuria y Cuipal Frank				DNI:	70987037	
Tipología de agua:			Aguas grises						
Código de la muestra:	Hora de recolección:	Tipo de recipiente:	Volumen:	Parámetros fisicoquímicos medidos in situ:				Coordenadas UTM:	
				Turbidez (UNT)	Temperatura (°C)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Zona:	18S
M-01	6:00 AM	FRASCO	1 L	988	-	743	7.82	Este	Norte
M-02	6:00 AM	FRASCO	1 L	988	-	743	7.82	215017.02	8769769.01
M-03	6:00 AM	FRASCO	1 L	988	-	743	7.82	215017.02	8769769.01
M-04	6:00 AM	FRASCO	1 L	988	-	743	7.82	215017.02	8769769.01
M-05	6:00 AM	FRASCO	1 L	988	-	743	7.82	215017.02	8769769.01
M-06	6:00 AM	FRASCO	1 L	988	-	743	7.82	215017.02	8769769.01
M-07	6:00 AM	FRASCO	1 L	988	-	743	7.82	215017.02	8769769.01
M-08	6:00 AM	FRASCO	1 L	988	-	743	7.82	215017.02	8769769.01
Detalles del lugar de muestreo:				Infraestructura administrada por junta de usuarios.					

Nota: Elaboración propia

Figura 44. Instrumento 1: Registro de cadena de custodia. Fuente: Propia.


 UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN			REGISTRO DE ENSAYO DE JARRAS UTILIZANDO EL COAGULANTE DE TUNA							Clave: UNJFSC-TJP-001			
Encargado del ensayo:			NURIA DEL PILAR DÍAZ RAMÍREZ FRANK W. DIUKS DIEGO CUIPAL							Coordenadas UTM:		Este	215017.02
Fecha:			04/09/2025		Hora de inicio:		12:51			Hora de culminación:		18:20	
Nº de jarra	Características del agua cruda			Etapa de coagulación			Etapa de floculación			Características del agua tratada			
	Turbidez (UNT)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Velocidad (rpm)	Tiempo (min)	Dosis usada (mg/L)	Velocidad (rpm)	Tiempo (min)	Tiempo de sedimentación (min)	Turbidez (UNT)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	
1	988	743	7.82	100	1	50	30	15	30	335,5	738,5	7,41	
2	988	743	7.82	100	1	50	30	15	30	336,5	739,5	8,41	
3	988	743	7.82	100	1	100	30	15	30	343,5	778,5	6,31	
4	988	743	7.82	100	1	100	30	15	30	344,5	779,5	7,31	
5	988	743	7.82	100	1	150	30	15	30	172,5	804,5	6,29	
6	988	743	7.82	100	1	150	30	15	30	173,5	805,5	7,29	
7	988	743	7.82	100	1	200	30	15	30	171,5	827,5	6,75	
8	988	743	7.82	100	1	200	30	15	30	172,5	828,5	7,75	
9	988	743	7.82	100	1	250	30	15	30	143,5	877,5	6,4	
10	988	743	7.82	100	1	250	30	15	30	144,5	878,5	7,4	
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													

Figura 45. Instrumento 2: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de tuna. Fuente: Propia.


 UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN			REGISTRO DE ENSAYO DE JARRAS UTILIZANDO EL COAGULANTE DE SÁBILA							Clave: UNJFSC-TJP-001			
Encargado del ensayo:			NURIA DEL PILAR DÍAZ RAMÍREZ FRANK W. DIUKS DIEGO CUPAL							Coordenadas		Este	215017.02
Fecha:			04/09/2025		Hora de inicio:		12:51			Hora de culminación:		18:20	
Nº de jarra	Características del agua cruda			Etapas de coagulación			Etapas de floculación			Características del agua tratada			
	Turbidez (UNT)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Velocidad (rpm)	Tiempo (min)	Dosis usada (mg/L)	Velocidad (rpm)	Tiempo (min)	Tiempo de sedimentación (min)	Turbidez (UNT)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	
1	988	743	7.82	100	1	50	30	15	30	436,5	731,5	7,38	
2	988	743	7.82	100	1	50	30	15	30	437,5	732,5	8,38	
3	988	743	7.82	100	1	100	30	15	30	460,5	755,5	6,98	
4	988	743	7.82	100	1	100	30	15	30	461,5	756,5	7,98	
5	988	743	7.82	100	1	150	30	15	30	432,5	744,5	7,07	
6	988	743	7.82	100	1	150	30	15	30	433,5	745,5	8,07	
7	988	743	7.82	100	1	200	30	15	30	324,5	752,5	7,07	
8	988	743	7.82	100	1	200	30	15	30	325,5	753,5	8,07	
9	988	743	7.82	100	1	250	30	15	30	195,5	910,5	6,93	
10	988	743	7.82	100	1	250	30	15	30	196,5	911,5	7,93	
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													

Figura 46. Instrumento 3: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de sábila. Fuente: Propia.


 UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN			REGISTRO DE ENSAYO DE JARRAS UTILIZANDO EL COAGULANTE DE SEMILLA DE MANGO							Clave: UNJFSC-TJP-001			
Encargado del ensayo:			NURIA DEL PILAR DÍAZ RAMÍREZ FRANK W. DIUKS DIEGO CUIPAL							Coordenadas		Este	215017.02
Fecha:			04/09/2025		Hora de inicio:		12:51			Hora de culminación:		18:20	
Nº de jarra	Características del agua cruda			Etapa de coagulación			Etapa de floculación			Características del agua tratada			
	Turbidez (UNT)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	Velocidad (rpm)	Tiempo (min)	Dosis usada (mg/L)	Velocidad (rpm)	Tiempo (min)	Tiempo de sedimentación (min)	Turbidez (UNT)	Conductividad eléctrica (uS/cm)	pH	
1	988	743	7.82	100	1	50	30	15	30	434,5	744,5	7,13	
2	988	743	7.82	100	1	50	30	15	30	435,5	745,5	8,13	
3	988	743	7.82	100	1	100	30	15	30	293,5	725,5	6,77	
4	988	743	7.82	100	1	100	30	15	30	294,5	726,5	7,77	
5	988	743	7.82	100	1	150	30	15	30	288,5	746,5	6,75	
6	988	743	7.82	100	1	150	30	15	30	289,5	747,5	7,75	
7	988	743	7.82	100	1	200	30	15	30	152,5	689,5	6,15	
8	988	743	7.82	100	1	200	30	15	30	153,5	690,5	7,15	
9	988	743	7.82	100	1	250	30	15	30	152,5	732,5	6,51	
10	988	743	7.82	100	1	250	30	15	30	153,5	733,5	7,51	
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													

Figura 47. Instrumento 4: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de semilla de mango. Fuente: Propia.



Figura 48. Ubicación del lugar de muestreo del agua gris. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Yennifeer Yuliana Arévalo Villafuerte

2.2. Nombre del instrumento: Cadena de custodia para el monitoreo

2.3. DNI: 72664499

2.4. Grado académico del experto: Maestro

Tabla

Requisitos de validación

N°	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.					X
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.					X
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.				X	
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse (...)

IV. Promedio de valoración: 98 %



YENNIFEER YULIANA
AREVALO VILLAFUERTE
Ingeniera Ambiental
CIP N° 236411

Firma del experto

Figura 49. Evaluación del primer instrumento por parte del primer experto. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Yennifeer Yuliana Arévalo Villafuerte

2.2. Nombre del instrumento: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de tuna

2.3. DNI: 72664499

2.4. Grado académico del experto: Maestro

Tabla

Requisitos de validación

N°	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.					X
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.					X
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.					X
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse (...)

IV. Promedio de valoración: 100 %



YENNIFEER YULIANA
AREVALO VILLAFUERTE
Ingeniera Ambiental
CIP N° 238411

Firma del experto

Figura 50. Evaluación del segundo instrumento por parte del primer experto. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Yennifeer Yuliana Arévalo Villafuerte

2.2. Nombre del instrumento: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de sábila

2.3. DNI: 72664499

2.4. Grado académico del experto: Maestro

Tabla

Requisitos de validación

Nº	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.					X
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.					X
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.					X
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse (...)

IV. Promedio de valoración: 100 %



YENNIFEER YULIANA
AREVALO VILLAFUERTE
Ingeniera Ambiental
CIP N° 238411

Firma del experto

Figura 51. Evaluación del tercer instrumento por parte del primer experto. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Yennifeer Yuliana Arévalo Villafuerte

2.2. Nombre del instrumento: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de semilla de mango

2.3. DNI: 72664499

2.4. Grado académico del experto: Maestro

Tabla

Requisitos de validación

N°	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.					X
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.					X
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.					X
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse (...)

IV. Promedio de valoración: 100 %



YENNIFEER YULIANA
AREVALO VILLAFUERTE
Ingeniera Ambiental
CIP N° 238411

Firma del experto

Figura 52. Evaluación del cuarto instrumento por parte del primer experto. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Carlos Alfonso Maldonado Vásquez

2.2. Nombre del instrumento: Cadena de custodia para el monitoreo

2.3. DNI: 08858146

2.4. Grado académico del experto: Doctor

Tabla

Requisitos de validación

N°	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.				X	
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.				X	
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.				X	
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.					X
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse (...)

IV. Promedio de valoración: 94 %



 CARLOS ALFONSO
 MALDONADO VÁSQUEZ
 Ingeniero Ambiental
 CIP N° 240892

Firma del experto

Figura 53. Evaluación del primer instrumento por parte del segundo experto. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Carlos Alfonso Maldonado Vásquez

2.2. Nombre del instrumento: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de tuna

2.3. DNI: 08858146

2.4. Grado académico del experto: Doctor

Tabla

Requisitos de validación

Nº	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.					X
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.					X
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.				X	
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse (...)

IV. Promedio de valoración: 98 %



CARLOS ALFONSO
MALDONADO VÁSQUEZ
Ingeniero Ambiental
CIP Nº 240892

Firma del experto

Figura 54. Evaluación del segundo instrumento por parte del segundo experto. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Carlos Alfonso Maldonado Vásquez

2.2. Nombre del instrumento: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de sábila

2.3. DNI: 08858146

2.4. Grado académico del experto: Doctor

Tabla

Requisitos de validación

Nº	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.					X
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.					X
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.				X	
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse (...)

IV. Promedio de valoración: 98 %



CARLOS ALFONSO
MALDONADO VÁSQUEZ
Ingeniero Ambiental
CIP Nº 240892

Firma del experto

Figura 55. Evaluación del tercer instrumento por parte del segundo experto. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Carlos Alfonso Maldonado Vásquez

2.2. Nombre del instrumento: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de semilla de mango

2.3. DNI: 08858146

2.4. Grado académico del experto: Doctor

Tabla

Requisitos de validación

Nº	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.					X
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.					X
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.				X	
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse

IV. Promedio de valoración: 98 %



CARLOS ALFONSO
MALDONADO VASQUEZ
Ingeniero Ambiental
CIP Nº 240892

Firma del experto

Figura 56. Evaluación del cuarto instrumento por parte del segundo experto. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Kevin Brando Honores Pitman

2.2. Nombre del instrumento: Cadena de custodia para el monitoreo

2.3. DNI: 15855605

2.4. Grado académico del experto: Maestro

Tabla

Requisitos de validación

N°	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.					X
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.					X
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.					X
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.				X	
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.				X	

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse (...)

IV. Promedio de valoración: 96 %


 KEVIN BRANDO
 HONORES PITMAN
 Ingeniero Ambiental
 CIP N° 257023

Firma del experto

Figura 57. Evaluación del primer instrumento por parte del tercer experto. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Kevin Brando Honores Pitman

2.2. Nombre del instrumento: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de tuna

2.3. DNI: 15855605

2.4. Grado académico del experto: Maestro

Tabla

Requisitos de validación

Nº	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.					X
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.					X
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.					X
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse (...)

IV. Promedio de valoración: 100 %


 KEVIN BRANDO
 HONORES PITMAN
 Ingeniero Ambiental
 CIP N° 257023

Firma del experto

Figura 58. Evaluación del segundo instrumento por parte del tercer experto. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Kevin Brando Honores Pitman

2.2. Nombre del instrumento: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de sábila

2.3. DNI: 15855605

2.4. Grado académico del experto: Maestro

Tabla

Requisitos de validación

N°	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.					X
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.					X
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.					X
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse (...)

IV. Promedio de valoración: 100 %


KEVIN BRANDO
HONORES PITMAN
Ingeniero Ambiental
CIP N° 257023

Firma del experto

Figura 59. Evaluación del tercer instrumento por parte del tercer experto. Fuente: Propia.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS POR MODALIDAD JUICIO DE EXPERTOS

I. Introducción:

1.1. Tache con una X dentro de los cuadros de valoración.

1.2. Nivel de valoración: 1. Muy malo; 2. Malo; 3. Regular; 4. Bueno; 5. Muy bueno.

II. Datos del experto:

2.1. Nombres y apellidos del juez experto: Kevin Brando Honores Pitman

2.2. Nombre del instrumento: Registro de ensayo de jarras utilizando el coagulante de semilla de mango

2.3. DNI: 15855605

2.4. Grado académico del experto: Maestro

Tabla

Requisitos de validación

Nº	Requisitos	Descripción	Valoración				
			1	2	3	4	5
1	Claridad	El instrumento está formulado con un lenguaje apropiado.					X
2	Objetividad	El instrumento permite medir hechos observables.					X
3	Actualidad	El instrumento es adecuado para el avance de la ciencia y de la tecnología.					X
4	Orden	El instrumento está presentado de manera ordenada.					X
5	Suficiencia	El instrumento comprende aspectos en cantidad y claridad.					X
6	Pertinencia	El instrumento permite lograr objetivos de la investigación.					X
7	Consistencia	El instrumento permite conseguir datos basados en modelos teóricos.					X
8	Coherencia	Existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.					X
9	Metodología	La estrategia responde al propósito de la investigación.					X
10	Aplicación	Los datos permiten un tratamiento estadístico pertinente.					X

III. Opinión de aplicabilidad:

- El instrumento puede aplicarse (X)
- El instrumento no puede aplicarse (...)

IV. Promedio de valoración: 100 %


KEVIN BRANDO
HONORES PITMAN
Ingeniero Ambiental
CIP N° 257023

Firma del experto

Figura 60. Evaluación del cuarto instrumento por parte del tercer experto. Fuente: Propia.



Figura 61. Parámetros de la muestra de agua gris. Fuente: Propia.



Figura 62. Tratamiento: 50 mg/L de coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.



Figura 63. Tratamiento: 100 mg/L de coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.



Figura 64. Tratamiento: 150 mg/L de coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.



Figura 65. Tratamiento: 200 mg/L de coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.



Figura 66. Tratamiento: 250 mg/L de coagulante de penca de tuna. Fuente: Propia.



Figura 67. Tratamiento: 50 mg/L de coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.



Figura 68. Tratamiento: 100 mg/L de coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.



Figura 69. Tratamiento: 150 mg/L de coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.



Figura 70. Tratamiento: 200 mg/L de coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.



Figura 71. Tratamiento: 250 mg/L de coagulante de penca de sábila. Fuente: Propia.



Figura 72. Tratamiento: 50 mg/L de coagulante de mango. Fuente: Propia.



Figura 73. Tratamiento: 100 mg/L de coagulante de mango. Fuente: Propia.



Figura 74. Tratamiento: 150 mg/L de coagulante de mango. Fuente: Propia.



Figura 75. Tratamiento: 200 mg/L de coagulante de mango. Fuente: Propia.



Figura 76. Tratamiento: 250 mg/L de coagulante de mango. Fuente: Propia.