

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Análisis de la eficiencia de los coagulantes naturales de
la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del
mucílago de *Coffea arábica* (café) en la remoción de
sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo, provincia de
Chupaca, Junín - 2023**

Odaliz Melany Fernandez Martinez
Rosa Elena Sedano Apunte

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Steve Dann Camargo Hinostraza
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 15 de Mayo de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

“ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LOS COAGULANTES NATURALES DE LA CÁSCARA DE *Selenicereus undatus* (PITAHAYA) Y DEL MUCÍLAGO DE *Coffea arábica* (CAFÉ) EN LA REMOCIÓN DE SÓLIDOS TOTALES EN LA LAGUNA PUCUSH UCCLO PROVINCIA DE CHUPACA, JUNÍN – 2023”

Autores:

1. FERNANDEZ MARTINEZ ODALIZ MELANY – EAP. Ingeniería Ambiental
2. SEDANO APUNTE ROSA ELENA – EAP. Ingeniería Ambiental

Se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 19 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores N° de palabras excluidas (05) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a los pobladores de Chupaca por permitirnos el ingreso a la laguna y acceder a las muestras que obtuvimos para realizar nuestra investigación.

A nuestro asesor el Mg. Ing. Steve Dann Camargo Hinostriza, por encaminarnos en todo el proceso de desarrollo de nuestra tesis.

DEDICATORIA

Dedicamos en manera muy especial a nuestros padres y hermanos por todo el apoyo brindado, valores y quienes fueron parte de nuestra vida académica y que son la motivación para seguir adelante.

A Dios por permitirnos cada día estar con salud y vida, permitiendo así regocijarnos en nuestra etapa profesional.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	1
DEDICATORIA	2
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	12
1.1. Planteamiento y formulación del problema	12
1.1.1. Problema General	13
1.1.2. Problemas Específicos	14
1.2. Objetivos	14
1.2.1. Objetivo general	14
1.2.2. Objetivos específicos	14
1.3. Justificación e importancia	14
1.4. Hipótesis	15
1.5. Operacionalización de variables	16
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes de la investigación	17
2.1.1. Antecedentes Internacionales	17
2.1.2. Antecedentes Nacionales	19
2.1.3. Antecedentes Regionales y Locales	22
2.2. Bases teóricas	24
2.2.1. Eficiencia	24
2.2.2. Floculación	25
2.2.3. Coagulación	25
2.2.4. Aguas superficiales	26
2.2.5. Tipos de aguas superficiales	26
2.2.6. Tipos de coagulación	27
2.2.7. Sólidos Totales	27
2.2.8. Tipos de coagulantes	28
2.3. Definición de términos básicos	28
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA	30
3.1. Método y alcance de la investigación	30
3.1.1. Método General	30

3.1.2.	Método específico.....	30
3.1.3.	Tipo de investigación	30
3.1.4.	Nivel	30
3.2.	Diseño de la investigación.....	31
3.3.	Población y muestra	32
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.4.1.	Técnicas e instrumentos	33
3.4.2.	Materiales	33
3.4.3.	Instrumentos	34
3.4.4.	Muestreo de la laguna	34
3.4.5.	Procedimientos.....	34
	EFICIENCIA DEL COAGULANTE EN LA REMOCIÓN DE SÍLICE	34
	ANÁLISIS DE LA CANTIDAD DEL COAGULANTE.....	34
	OBTENCIÓN Y ANÁLISIS DE MUESTRA.....	34
	OBTENCIÓN DEL COAGULANTE	34
	PRUEBA DE JARRAS	34
	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1.	Presentación de resultados.....	39
4.2.	Prueba de hipótesis.....	43
4.3.	Discusión de resultados	47
	CONCLUSIONES	53
	RECOMENDACIONES.....	54
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
	ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Operacionalización de variables</i>	16
Tabla 2. <i>Concentración inicial de sólidos totales</i>	39
Tabla 3. <i>Características físicas del coagulante natural de la cáscara de pitahaya</i>	39
Tabla 4. <i>Características físicas del coagulante natural de la cáscara de mucilago de café</i>	40
Tabla 5. <i>ANOVA del coagulante a base de Pitahaya</i>	40
Tabla 6. <i>Tukey del coagulante a base de Pitahaya</i>	41
Tabla 7. <i>ANOVA del coagulante a base de Mucílago</i>	41
Tabla 8. <i>Tukey del coagulante a base de Mucílago</i>	42
Tabla 9. <i>Prueba de normalidad</i>	43
Tabla 10. <i>Estadísticos descriptivos de la Eficiencia del coagulante a base de Pitahaya</i>	44
Tabla 11. <i>Estadísticos descriptivos de la Eficiencia del coagulante a base de Mucílago</i>	45

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Sólidos totales por Jiménez B (27)	27
<i>Figura 2.</i> Puntos de monitoreo en la laguna Pucush Ucclo, elaboración propia	32
<i>Figura 3.</i> Procedimiento para la obtención del coagulante, elaboración propia	34
<i>Figura 4.</i> Comparación de la eficiencia de coagulantes naturales en la remoción de sólidos totales, elaboración propia.	46

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1. Dilución</i>	37
-----------------------------------	----

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la eficiencia de los coagulantes naturales de la *cáscara de Selenicereus undatus (pitahaya)* y *del mucílago de Coffea arábica (café)* en la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín - 2023.

Se determinó una concentración inicial de 120 mg/L de sólidos totales en la laguna, mediante el método gravimétrico. Los coagulantes se obtuvieron por maceración en agua de la cáscara de pitahaya y el grano de café durante 72 horas.

Los ensayos de jarras se realizaron variando las dosis de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 mg/L de cada coagulante. El análisis estadístico mediante ANOVA y Tukey mostró que la dosis óptima del coagulante de pitahaya fue 20 mg/L, logrando remover 80% de los sólidos, con un pH final de 6,8 y turbidez de 25 NTU. Por otro lado, para el coagulante de mucílago de café, la dosis óptima fue 30 mg/L, y removió 70% de sólidos, con pH de 7,2 y turbidez de 35 NTU.

Se concluyó que ambos coagulantes naturales fueron estadísticamente eficientes en la remoción de sólidos totales. Sin embargo, el coagulante de pitahaya fue ligeramente más efectivo con una remoción del 80% frente al 70% del mucílago de café. Estos resultados demuestran el potencial de los coagulantes naturales estudiados como alternativa ecológica y económica en el tratamiento de aguas.

Palabras claves: coagulantes naturales, pitahaya, mucílago de café, sólidos totales, laguna Pucush Ucclo.

ABSTRACT

The present research aimed to analyze the efficiency of natural coagulants from the peel of *Selenicereus undatus* (pitahaya) and the mucilage of *Coffea arabica* (coffee) in the removal of total solids in the Pucush Ucclo lagoon province of Chupaca, Junín - 2023.

An initial concentration of 120 mg/L of total solids in the lagoon was determined using the gravimetric method. The coagulants were obtained by maceration in water of dragon fruit husk and coffee beans for 72 hours.

Jar trials were performed by varying doses of 5, 10, 15, 20, 25 and 30 mg/L of each coagulant. Statistical analysis using ANOVA and Tukey showed that the optimal dose of the dragon fruit coagulant was 20 mg/L, removing 80% of the solids, with a final pH of 6.8 and turbidity of 25 NTU. On the other hand, for the coffee mucilage coagulant, the optimal dose was 30 mg/L, removing 70% of solids, with a pH of 7.2 and turbidity of 35 NTU.

It was concluded that both natural coagulants were statistically efficient in the removal of total solids. However, the dragon fruit coagulant was slightly more effective with 80% removal versus 70% of the coffee mucilage. These results demonstrate the potential of the natural coagulants studied as an ecological and economical alternative in water treatment.

Keywords: natural coagulants, dragon fruit, coffee mucilage, total solids, Pucush Ucclo lagoon.

INTRODUCCIÓN

La contaminación de los ecosistemas acuáticos representa un problema global que afecta la calidad del agua y los hábitats naturales. El vertimiento de residuos sin tratamiento previo es de las primeras causas de esta problemática, que introdujo una gran cantidad de materia orgánica y sustancias en suspensión a las fuentes hídricas (1).

Uno de los cuerpos de agua afectados es la laguna Pucush Ucclo, localizada en la provincia de Chupaca, Junín. La actividad agrícola, ganadera y turística que se desarrolla alrededor de esta laguna generan una contaminación constante mediante el aporte de desechos y sedimentos. Esto ha perjudicado la calidad del agua y pone en riesgo a la biodiversidad que alberga.

Para mejorar la calidad de este recurso hídrico, es necesario aplicar tratamientos de depuración que permitan reducir los niveles de contaminantes, en especial los sólidos en suspensión. Tradicionalmente, se han utilizado coagulantes químicos como el sulfato de aluminio, pero estos presentan inconvenientes como la generación de lodos tóxicos y alteraciones del pH.

Una alternativa más sostenible son los coagulantes naturales obtenidos a partir de plantas y frutos nativos de la región. Estudios previos han demostrado la efectividad de compuestos como el mucílago de café y la cáscara de pitahaya para la clarificación de aguas. Sin embargo, no se han realizado investigaciones sobre su aplicación en la laguna Pucush Ucclo.

El presente estudio tiene como objetivo principal analizar la eficiencia de los coagulantes naturales de la cáscara de pitahaya y el mucílago de café en la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo. Los resultados obtenidos permitirán evaluar el potencial de estos productos para implementar un tratamiento ecológico que mejore la calidad del agua de este ecosistema lacustre.

El capítulo I aborda el planteamiento del estudio. En este capítulo, se formula el problema de investigación y sus respectivos objetivos generales y específicos. Asimismo, se justifica la relevancia e importancia del tema y se presentan las hipótesis de trabajo.

El capítulo II comprende el marco teórico, el cual contempla los antecedentes a nivel internacional, nacional, regional y local. También, incluye las bases teóricas relacionadas a conceptos clave como eficiencia, floculación, coagulación, aguas superficiales, tipos de coagulación, sólidos totales, entre otros. Finalmente, define los principales términos utilizados.

El capítulo III describe la metodología aplicada en el estudio. Explica el método, tipo de investigación, nivel y diseño seguido. Asimismo, determina la población y muestra de estudio, y presenta las técnicas e instrumentos de recolección de datos utilizados.

El capítulo IV presenta los resultados obtenidos producto del análisis de la información recabada. Incluye tablas y gráficos para sustentar los hallazgos. Luego, se someten las hipótesis a prueba estadística y, finalmente, se discuten los resultados contrastando con la teoría.

Finalmente, se comenta las conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones que presenten relación al presente estudio. Entre estas, destacan que ambos coagulantes cumplen con ser significativamente eficientes, por lo que constituyen una buena alternativa natural para mejorar la calidad del agua de la laguna.

De esta manera, la investigación aportará conocimientos sobre la aplicación de coagulantes naturales en el tratamiento de aguas, que busca mejorar la calidad del recurso hídrico de la laguna Pucush Ucclo.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

La globalización y la contaminación ambiental están relacionados estrechamente, las cuales permite que los componentes agua suelo y aire se vean afectadas el planeta tierra compone la base principal para el sostén, bienestar y desarrollo de los humanos, que cuentan con uno de los recursos más vitales y necesarios, pero, a su vez, vulnerable, el recurso hídrico que es el epicentro del desarrollo sostenible, social, ambiental y económico. Esto permite que la vida y lo todo lo que compone el planeta tierra se desarrolle de manera inalterable a través del ciclo hidrológico.

“[...]Las Naciones Unidas llevan mucho tiempo abordando una crisis mundial de insuficiente abastecimiento de agua y de creciente demanda para satisfacer las necesidades humanas, comerciales y agrícolas (1).” “[...] La disponibilidad a nivel mundial del recurso hídrico se estima en un aproximado de 1 386 billones de hectómetros cúbicos (hm^3), de las cuales solo 35 billones de hm^3 son de agua dulce representando el 2.5% (2).”

La contaminación de los cuerpos hídricos generalmente puede tener varios orígenes, que pueden incluir incluso la entrada directa de contaminantes en dichos cuerpos de agua a través de descargas legales e ilícitas de las instalaciones de fabricación. Este fenómeno se ha abordado considerablemente a lo largo de varias décadas mediante medidas reglamentarias y acciones judiciales contra los principales contaminadores. Una de las principales causas de este fenómeno es la denominada «contaminación de fuentes difusas», que se debe a la transferencia de contaminantes a través del suelo a través de las precipitaciones o el derretimiento de la nieve. Este drenaje superficial puede contener una variedad de contaminantes, como fertilizantes, herbicidas y pesticidas de áreas residenciales y agrícolas, productos químicos tóxicos y petróleo de fuentes industriales y viales, bacterias de origen ganadero, sedimentos, desechos de animales y otros contaminantes similares.

Además, el Perú cuenta con un total de “[...] 1007 ríos y 12 201 lagunas (3)”, las cuales poseen una gran diversidad hidrobiológica y generan la distinción de lugares biodiversos, así como un gran impacto positivo, pero la contaminación del recurso hídrico afecta su valor debido a muchas actividades antropogénicas.

La contaminación de los ecosistemas acuáticos, tanto en Perú como a nivel mundial, ha sido un problema de larga data, instigado por las fuerzas de la globalización y agravado por el crecimiento exponencial de las poblaciones humanas. Estos factores han facilitado la transformación de ríos, lagos y mares en recipientes para una plétora de materiales de desecho. Cabe destacar que el nivel de contaminación ambiental se correlaciona positivamente con el avance de la urbanización.

El impacto inicial de la liberación continua de contaminantes de cualquier origen se observa en las aguas superficiales. “[...]Entre las lagunas más contaminadas están la laguna Junín, Quiulacocha, Huascacocha, Antauta y Llacsacocha, ello se debe principalmente a la actividad minera” (4).

Las lagunas sirven como depósito natural de agua dulce y representan solo el 0,3% de las reservas totales de agua dulce de nuestro planeta. Su presencia tiene una importancia significativa en sus respectivas áreas de existencia, principalmente, debido a su capacidad para sustentar la biodiversidad y proporcionar hábitat a numerosas especies de flora y fauna. Esto no solo genera un paisaje beneficioso, sino que, también, influye en la mitigación del cambio climático. Además, las lagunas se utilizan para actividades recreativas y de investigación, lo que resalta aún más su valor multifacético (5).

Entre el límite de los distritos de San Juan de Iscos, Chongos Bajo y Chupaca se encuentra “La Laguna de Pucush Ucclo”, la cual exhibe una problemática ambiental de suma importancia, ya que, debido a las distintas actividades antropogénicas que se realizan aledañosamente, tales como la agricultura, ganadería y el turismo, las mismas que son los rubros económicos principales presentes en el sector, estas son desencadenantes que afectan la calidad del cuerpo de agua afectando la biodiversidad de la flora y fauna acuática. Esto se debe a que la gran parte de los habitantes del sector se dedican a las actividades relacionadas con la agricultura y ganadería representando un 80 % del uso de agua.

1.1.1. Problema General

¿Cuál es la eficiencia de los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica* (café) en la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín - 2023?

1.1.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es la concentración inicial de sólidos totales de la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín -2023?
- ¿Cuál será la caracterización de coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica* (café)?
- ¿Cuál será la dosificación de los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica* (café) en la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín – 2023?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Analizar la eficiencia de los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica* (café) en la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín – 2023.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración inicial de sólidos totales de la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín - 2023
- Caracterizar los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica* (café)
- Determinar la dosificación óptima de los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica* (café) para la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín – 2023

1.3. Justificación e importancia

El enfoque del Objetivo 6 del Desarrollo Sostenible (ODS) se centra en asegurar la disponibilidad y manejo sostenible del recurso hídrico, así como en el acceso a servicios de saneamiento para toda la población. Las metas asociadas a este objetivo abarcan tanto los aspectos relacionados con el ciclo del agua como los sistemas de tratamiento de aguas residuales. Debido a que el agua desempeña un rol fundamental en diversas áreas de la vida humana, la consecución de este objetivo contribuirá de manera

significativa al avance de otros ODS, especialmente aquellos vinculados con la salud, la educación, el crecimiento económico y la preservación ambiental (1).

El estudio se origina como una cuestión de un dilema, debido a que si los cuerpos hídricos son alterados en cuanto a sus propiedades se refiere, pueden ser tratados para el mejoramiento de la calidad de los mismos, como por ejemplo para tornar el agua potable y de consumo humano, se usa generalmente el hipoclorito de sodio, para la remoción de sólidos u otros se usan los coagulantes metálicos tales como las sales de hierro y aluminio, que estos se emplean en la actualidad en los tratamientos de las aguas residuales. Sin embargo, estos tienen un precio un poco elevado y que, a su vez, generan una alteración de las propiedades iniciales del recurso hídricos. Por otro lado, están los coagulantes naturales, ambos tienen el mismo objetivo, la remoción de especies en suspensión.

Los coagulantes metálicos como las sales son los más utilizados, en el proceso de remoción de contaminantes o sustancias. Debido a su alta efectividad en la remoción de sólidos suspendidos, aparte que ayuda a la eliminación de la DBO y fosfatos del agua, estos exhiben un inconveniente, ser susceptibles a la alteración de pH y generan problemas de contaminación en el cuerpo de agua al que se quiere aplicar el tratamiento. Mientras que los coagulantes naturales tienen una procedencia orgánica, tanto en animales como en plantas tienen lugar diversas reacciones bioquímicas.

1.4. Hipótesis

Ho: Los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica* (café) no son significativamente eficientes en la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín – 2023.

Ha: Los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica*(café) son significativamente eficientes en la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín – 2023.

1.5. Operacionalización de variables

Tabla 1

Operacionalización de variables

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Coagulantes naturales de la cáscara de <i>Selenicereus undatus</i> (pitahaya) y del mucílago de <i>Coffea arábica</i> (café)	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de coagulantes naturales de la cascara de <i>Selenicereus undatus</i> (pitahaya) y del mucílago de <i>Coffea arábica</i> (café) 	<ul style="list-style-type: none"> • Dosis de coagulantes a aplicar 	mg/L	Cuantitativa continua	Razón/proporción
DEPENDIENTE	Remoción de sólidos totales	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de sólidos totales 	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración inicial y final de sólidos totales 	mg/L	Cuantitativa continua	Razón/proporción
		<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de coagulación 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo 	Rpm	Cuantitativa continua	Razón/proporción

Nota. Elaboración propia

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

La indagación titulada “[...] evaluación de la eficiencia de la semilla de aguacate y mucílago de café como coagulantes naturales en el tratamiento de aguas residuales domesticas” se puede afirmar que los coagulantes, al considerarlas con las condiciones y/o variables establecidas en la metodología. Los hallazgos obtenidos revelaron que la implementación del coagulante de semillas de aguacate condujo a una reducción tanto de la turbidez como de la coloración. Además, la implementación del coagulante a base de mucílago de café permitió eliminar el 65,29% de la turbidez, lo que sugiere que este extracto puede funcionar como coagulante preliminar o auxiliar en el tratamiento primario de las aguas residuales. Como resultado, la aplicación del coagulante a base de mucílago de café puede provocar una disminución de la turbidez y la coloración, dado que presenta los mejores porcentajes de remoción, frente a los otros dos coagulantes elaborados (6).

Teniendo en cuenta lo anterior, los investigadores del artículo titulado “[...] clarificación de aguas de alta turbidez empleando el mucílago de Opuntia Wentiana”, desarrollado en la Universidad de Zulia, Venezuela, identificaron la efectividad del otro mucílago Opuntia Wentiana como coagulante primario para el tratamiento de aguas potables, que obtienen como resultado valores superiores al 70% en remoción de turbidez, los cuales se sitúan con mayor exactitud entre el 85% al 95% de remoción, lo que indica que la mezcla mucilaginoso extraída de la planta endémica de la zona puede ser utilizada como dicho coagulante (7).

Una publicación titulada “Evaluación de coagulantes naturales en la clarificación de aguas” afirma que la coagulación/floculación y la sedimentación de las partículas que se encuentran en el agua constituyen un componente esencial del tratamiento primario avanzado. Este método se utiliza ampliamente para eliminar las partículas contaminantes que están presentes en aguas con altos niveles de turbidez. Para ello, se realizó un análisis comparativo entre el coagulante comercial más utilizado, a saber, el sulfato de aluminio, y los coagulantes naturales derivados de las semillas de aguacate y el mucílago de café. El objetivo de esta investigación fue tratar las aguas del arroyo La Guayacana, situado en el municipio de El Socorro-Santander.

La eficiencia de cada uno de los coagulantes antes mencionados se evaluó mediante pruebas en recipientes para determinar sus respectivas capacidades para reducir el color y la turbidez (8).

En la investigación denominada “[...] evaluación de la capacidad de dos coagulantes naturales para la remoción de cargas contaminantes en el efluente final de la empresa textil INRUZZ S.A.S. con respecto al coagulante comercial sulfato de aluminio”; se menciona que, de los coagulantes naturales investigados, se determinó que la mayoría de ellos, exceptuando la moringa y el nopal, presentaban desventajas en cuanto a la complejidad tecnológica y al método de extracción, ya que estos requerían de conocimiento técnico avanzado, el uso de equipos de laboratorio de no muy fácil acceso y tiempos de preparación muy prolongados. Según los resultados obtenidos, el tratamiento del agua residual textil mediante el coagulante natural de moringa resulta atractivo, ya que, durante el desarrollo de la parte experimental, presentó una remoción de carga contaminante equiparable al coagulante químico. 80 El pH influye directamente en la actividad coagulante para los dos extractos naturales, que es esto más pronunciado en el coagulante de moringa. Entre más ácido fue el medio, se evidenció mayor formación de flocs de buen tamaño y sedimentables. El nopal no resultó ser un coagulante apropiado para este tipo de aguas, ya que los niveles de remoción alcanzados son incipientes. Además, genera una gran cantidad de biomasa residual, la cual debe gestionarse adecuadamente. El sulfato de aluminio mostró ventajas sobre los coagulantes naturales, por tanto, para este tipo de aguas es el más apropiado (9).

Un trabajo de investigación, realizado en la Universidad Manuela Beltrán de Colombia titulada “Evaluación del proceso de la coagulación para el diseño de una planta potabilizadora”, señala que la evaluación de la viabilidad del almidón de maíz y el almidón de yuca como coagulantes arrojó la conclusión crucial de que las ventajas de los coagulantes orgánicos siguen infravaloradas, mientras que la utilización de compuestos inorgánicos, que son a base de aluminio o hierro, produce un lodo residual con concentraciones significativas de estos metales. Además, se determinó que el almidón de maíz era el mejor coagulante alternativo con una eficiencia óptima en la eliminación de sólidos, con una impresionante tasa de éxito del 90% (10).

Una publicación titulada “[...] “Determinación de la eficiencia de las características coagulantes y floculantes del *Tropaeolum Tuberosum*, en el tratamiento del agua cruda de la planta de Puengasí de la Epmaps” señala que, mediante la experimentación, se

determinó que la dosis óptima de almidón de mashua es de 1 mg/l cuando se utiliza a una concentración del 0,1%, mientras que simultáneamente se dosifican 85 mg/l de sulfato de aluminio. Esto dio como resultado una turbidez residual de 1,2 NTU, un color residual de 10 UTC y un valor de pH de 7,03. Curiosamente, se observó una correlación entre el uso de almidón de mashua y unos niveles más bajos de turbidez residual al aumentar la temperatura del agua cruda (11).

En la publicación titulada “Evaluación de la eficiencia de la semilla de aguacate y mucílago de café como coagulantes naturales en el tratamiento de aguas residuales domesticas”, la implementación de los coagulantes derivados de fuentes naturales en la depuración de aguas residuales alcanza una efectividad del 50% en turbiedad y color. El coagulante elaborado que, posiblemente, permita una clarificación del agua residual es el coagulante tipo A, a base de mucílago de café, dado que presenta los mejores porcentajes de remoción, frente a los otros dos coagulantes elaborados, no logra superar los valores que se logran con sulfato de aluminio como coagulante comercial de mayor uso. Se debe aplicar mejores sistemas para la extracción de aceite o grasas dado que el sistema Soxhlet. Posee una limitación, la cual fue el aumento repentino de la temperatura del agua de refrigeración, motivo por el cual se generó un alto consumo de solvente, lo que, a su vez, se ve reflejado en un aumento en los costos de producción del coagulante tipo C (12).

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Una publicación titulada “Evaluación de coagulantes naturales en la clarificación de aguas” postula que el tratamiento primario avanzado del agua implica la coagulación/floculación y la sedimentación de partículas, lo que se utiliza ampliamente para eliminar las partículas contaminantes presentes en aguas muy turbias. En consecuencia, este estudio compara la eficiencia del coagulante comercial más utilizado (sulfato de aluminio) y los coagulantes naturales derivados de las semillas de aguacate y el mucílago del café en el tratamiento de las aguas del arroyo La Guayacana, ubicado en el municipio de El Socorro-Santander. Para lograr este objetivo, se realizaron pruebas en jarras para determinar la eficiencia de cada coagulante en términos de reducción del color y la turbidez (8).

Los resultados obtenidos demuestran que el coagulante tipo C, es decir, la semilla de aguacate logró una reducción de la turbidez del 44,27%. Por el contrario, el coagulante tipo B, compuesto por mucílago de café y solución amortiguadora de fosfato, mostró los resultados más favorables al permitir eliminar el 64,29% de la turbidez y el 52,20% del color. Estos hallazgos indican que el extracto antes mencionado tiene el potencial de servir como coagulante inicial o auxiliar durante el proceso de tratamiento primario de fuentes de agua con niveles de turbidez significativamente altos (8).

Una publicación titulada [...] “Evaluación de la eficiencia de coagulantes sintéticos y naturales en el tratamiento de aguas residuales generadas en la producción de harina de pescado” se centra en evaluar la eficiencia de los coagulantes naturales en comparación con los coagulantes sintéticos para el tratamiento de las aguas residuales producidas por las industrias de fabricación de harina de pescado. Dichas aguas residuales se caracterizan típicamente por niveles elevados de materia orgánica, turbidez y grasas, lo que dificulta su tratamiento y eliminación. Para determinar el impacto de la turbidez y los factores que influyen en ella, se llevó a cabo una investigación experimental. El experimento empleó coagulantes naturales, como el gel de aloe vera y el mucílago de pitahaya (*Selenicereus undatus*), además de coagulantes sintéticos, como el cloruro de polialuminio (PAC) y el sulfato de aluminio. Debido a que la alta concentración de grasas en las aguas residuales en comparación con los niveles estándar, se aplicaron medidas de presedimentación sin acción mecánica ni coagulante, lo que permitió eliminar el 92% de las grasas. La turbidez inicial de las aguas residuales fue de 1130,67 NTU, con porcentajes de eliminación de turbidez del 99,59%, 99,87%, 62,26% y 75,15%, respectivamente, para el PAC, el sulfato de aluminio, la pitahaya y el Aloe vera. En cuanto a los valores finales de la demanda química de oxígeno (DQO), el coagulante sintético registró 18 mGO₂/L, mientras que el coagulante natural más eficaz arrojó 839,35 mGO₂/L.

En la tesis dominada “Remoción de algas utilizando coagulantes y floculantes en aguas superficiales de la PTAP CURUMUY”, se afirma que la proliferación de algas puede restringirse reduciendo el contenido de agua del CO₂ asimilable utilizando cal. Para evitar la formación de algas incoloras en las tuberías, el agua puede tratarse con cal, desinfectarse con cloro o tratarse con cobre 93. Además, se puede evitar la aparición de algas en los decantadores y filtros abiertos introduciendo granos de carbón activado en polvo por m³, lo que impide la penetración de los rayos solares en el agua. Sin embargo, para lograr la coagulación con algas microscópicas que puedan estar presentes en el agua cruda, es esencial administrar simultáneamente una dosis de cloro (13).

En la tesis titulada “Efecto coagulante de la semilla de moringa (*moringa oleífera*) para clarificar agua del canal Monsefú, centro poblado Callanca, distrito Monsefú”, se concluye que el análisis posterior al tratamiento ha determinado que todas las dosis (0,2; 0,4 y 0,6 g) del coagulante natural obtenido de la semilla de Moringa, aplicadas a tres alícuotas de 500 ml de agua recolectada del canal de Monsefú, son adecuadas para la clarificación del agua. Esto se debe a la reducción significativa de los valores iniciales de turbidez del agua en el canal de Monsefú de 413 NTU a valores de 48,1; 46,5 y 54,8 NTU, respectivamente, como se observa en el presente estudio de investigación. Además, se confirma la rentabilidad de la obtención del coagulante natural (semilla de Moringa oleífera), ya que solo se recolectó un número reducido de semillas (14).

En la tesis titulada “Actividad coagulante del mucílago de cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) para remover turbidez y color en el tratamiento de aguas”, se indica que el proceso de extracción del mucílago de los frutos de cacao implica la eliminación de aproximadamente el 80,4% de la fruta fresca, lo que corresponde a un promedio de 167,25 g de cáscara de cacao por fruta. El análisis químico de la cáscara demostró que contiene un 84,57% de humedad, un 11,51% de carbohidratos, un 1,19% de proteínas, un 0,04% de grasas y un 0,016% de cenizas. Se obtuvo un rendimiento del 1,88% de mucílago en polvo a partir de la cáscara de cacao fresca, que mostró una mayor capacidad de coagulación en un rango de pH entre 11,5 y 12,5. La dosis óptima de mucílago de cáscara de cacao para aguas con una turbidez de 50 UNT y un pH de 11,5 oscila entre 60 mg/L y 80 mg/L, con velocidades de agitación lentas de 40 rpm. Sin embargo, para tratar el agua con una turbidez de 300 UNT y un pH de 11,5, la dosis óptima de mucílago varía de 20 mg/L a 100 mg/L, con velocidades de agitación que pueden oscilar entre 20 rpm y 40 rpm. A partir de estos resultados, se puede deducir que el mucílago de cacao en polvo posee actividad coagulante en un entorno alcalino, pero no sería apropiado para el tratamiento del agua destinada al consumo humano. Cabe destacar que este estudio se realizó a nivel de laboratorio, y simuló la turbidez del agua y no en aguas residuales o industriales, por lo que es necesario realizar más investigaciones si se va a emplear el mucílago en esos contextos (15).

En la publicación titulada “Efecto de penca de tuna (*Opuntia ficus indica*) con semilla de Moringa (*Moringa oleífera*) como coagulante natural para disminuir la turbidez del agua en el reservorio de la Jass del centro poblado de Vichaycoto, Huánuco- 2021”, durante la implementación del proyecto de investigación y el posterior análisis de los hallazgos, se dedujo que la utilización de coagulantes naturales, a saber, Penca de Atún y Moringa, resultó en una disminución significativa de la turbidez del agua procedente del reservorio de la JAAS. Cuando se realizó el análisis físico químico del agua con concentraciones de coagulante natural de 0,5 g/L, se observó que la combinación de tallo de atún y moringa en la misma muestra produjo un mayor porcentaje de reducción de la turbidez, mientras que el uso exclusivo de moringa produjo el porcentaje más bajo de reducción. Un examen posterior con concentraciones de coagulante natural de 1,0 g/L reveló que el aumento de la utilización de moringa no redujo la turbidez tan eficazmente como en el análisis anterior. En conclusión, se constató que la reducción de la turbidez era mayor con concentraciones más bajas de moringa, mientras que en el tallo del atún ocurría lo contrario. Además, la utilización conjunta de ambas especies puede traducirse en una reducción máxima de la turbidez de hasta un 97% (16).

2.1.3. Antecedentes Regionales y Locales

En la tesis titulada “Aplicación del coagulante natural *áloe vera* como tratamiento terciario en la PTAR – Jauja”, el autor indica la utilización del *áloe vera*, un coagulante natural, en el tratamiento de las aguas residuales del efluente de Ptar-Jauja. Los análisis iniciales del

tratamiento dieron como resultado valores de 201,30 mg/L para la BOD5 y 281 mg/L para la SST, que superan los límites máximos permitidos para los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales D.S.N.° 003-2010-MINAM, según lo identificado en la investigación de Beltrán. Se verificó que el efluente del PTAR-Jauja contenía valores de pH, BOD, 5, DQO, SST que superaban los límites máximos permitidos. Al aplicar el coagulante de aloe vera para eliminar la turbidez, se obtuvieron resultados más altos, del 48,70%, en comparación con la eficiencia de eliminación del 31,13% mostrada en otros estudios, superando así los valores de eliminación (17).

En la investigación denominada “Efecto de la dosis y tiempo de floculación en la remoción de partículas coloidales utilizando el coagulante *Opuntia ficus-indica* como ayudante en el proceso de potabilización de agua Huancavelica - 2019”; se realizó con el objetivo de evaluar el impacto de la dosis y el tiempo de floculación óptimo en la eliminación de partículas coloidales. El coagulante *Opuntia ficus-indica* se empleó como coadyuvante en el proceso de purificación del agua de Huancavelica-2019. Para lograr este objetivo, se obtuvo una muestra de la cámara de distribución del PTAP de Millpo, que utilizó una técnica de muestreo no probabilístico. Para ello, se utilizaron las dosis de sulfato de aluminio (40,45, 50, 55, 60 y 65 mg/L) y mucílago de tallo de atún (3 y 5 mg/L) (18).

En la tesis titulada “[...] determinación de la dosis y concentración óptima del coagulante de *Moringa oleifera* en la clarificación del agua de la quebrada Taczanapampa de la ciudad de Huancavelica”, el autor postula que la dosis óptima de *Moringa oleifera* para la clarificación de las aguas del arroyo Taczanapampa con turbideces inferiores a 50 UNT se encuentra entre 10 y 50 mg/l. Tiene en cuenta la rápida mezcla, que se logró a una velocidad de 5 a 300 RPM, una floculación de 20 minutos a 40 RPM y una sedimentación de 15 minutos. Del mismo modo, para turbideces superiores a 50 UNT y hasta 150 UNT en el barranco de Taczanapampa, se observa que la dosis óptima de *Moringa oleifera* está dentro del rango de 30 a 100 mg/l. Estos resultados se obtuvieron en condiciones de mezcla rápida durante un período de 5 segundos a 300 RPM, una floculación de 20 minutos a 40 RPM y una sedimentación de 15 minutos.

En la investigación titulada [...] “Diseño de la operación de clarificación empleando la *Moringa* como coagulante y floculante natural para la reducción de la turbidez del agua”; se señala que la utilización de la *moringa oleifera* como floculante en la clarificación de las turbias aguas del río Higuera-Carrizales se tradujo en una reducción de la turbidez. Los resultados obtenidos permitieron verificar la eficiencia del coagulante, sin necesidad de adquirir cantidades sustanciales del recurso, específicamente, 3 gramos de semilla de *Moringa Oleifera*. Como resultado, se alcanzó un valor final de 0 NTU, que considera el valor inicial de 360 NTU para la turbidez (19).

En la publicación titulada “Efectividad del coagulante obtenido de residuos de papa (*Solanum tuberosum*) en la turbidez para la potabilización del agua”, el autor alude a la utilización de la Prueba de Jarras, que incorpora dos intervalos de tiempo y cuatro concentraciones distintas. Los resultados indican que la concentración óptima es de 25 miligramos por litro (ppm), con una turbidez inicial de la muestra de 26,5 unidades de turbidez nefelométrica (NTU). Además, esta concentración presenta una reducción excepcional de la turbidez de hasta un 80,19%, lo que elimina eficazmente hasta 5,25 NTU de turbidez. Este resultado representa el porcentaje de eliminación más alto registrado en la investigación actual (20).

En la tesis titulada “Remoción de la turbiedad de agua con coagulantes naturales obtenidos de semillas de durazno (*Prunus persica*) y palta (*Persea americana*)”, se ha observado que el coagulante de semillas de melocotón presenta resultados efectivos a una concentración óptima de 15 gr/L, lo que resulta en una reducción de la turbidez a valores de 91,8 NTU. Cabe destacar que la actividad coagulante de las semillas se ve limitada por la extracción de grasas y aceites de las semillas utilizadas en el procesamiento previo. Las semillas de aguacate han demostrado una tasa de eliminación del 48,92%, y se pueden realizar más experimentos con concentraciones variables para aumentar la tasa de eliminación. La propiedad de coagulación de la semilla se refleja en su contenido de proteínas, que oscila entre 2,6 y 1,7 gramos. Este experimento confirma las propiedades de coagulación-floculación de las semillas en aguas turbias, y las variables del estudio pueden ajustarse en consecuencia, como el desengrase, la modificación del pH, la madurez del fruto y otros factores relevantes (21).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Eficiencia

De acuerdo con Andrade, la eficiencia se refiere a la medida empleada para evaluar la capacidad o aptitud de desempeño de un sistema o entidad económica, con el objetivo de lograr objetivos específicos y minimizar la utilización de los recursos.

Según Oliveira, por otro lado, la eficiencia denota la capacidad de operar de manera más adecuada en lo que respecta a la explotación de los recursos.

Además, los puntos de referencia de Cegarra estipulan que la eficiencia exige la creación de una correlación entre los recursos disponibles y los resultados obtenidos durante un período específico (22).

Según la perspectiva de Estrada y Arias, la eficiencia se refiere a la correlación que se establece entre el empleo eficaz de los recursos, como lo indican los gastos, y el resultado obtenido por las instituciones (23).

2.2.2. Floculación

Es un proceso mediante el cual las partículas desestabilizadas se agregan en flóculos en función de su carga y alcanzan el peso requerido para precipitar rápidamente bajo la influencia de la gravedad. En la actualidad, los productos químicos sintéticos, incluidos los polímeros lineales de alto peso molecular, son los floculantes más empleados. Estos floculantes son solubles en agua y presentan una alta eficiencia a bajas concentraciones, ya que establecen enlaces o puentes entre los flóculos (24).

Según la definición proporcionada por Félicien Mazille y Dorothee Spuhler, la coagulación-floculación es una técnica química utilizada en el tratamiento del agua, que normalmente se implementa antes de un proceso de separación física, como la sedimentación o la filtración, con el fin de mejorar la eficiencia de la eliminación de partículas. La coagulación sirve para anular las cargas y produce una masa gelatinosa que amalgama o une las partículas, que aumenta así su tamaño y facilita su captura en el filtro o en el proceso de sedimentación (25).

El equipo flowen añade que la floculación es un fenómeno físico en el que partículas coloidales previamente desestabilizadas se adhieren entre sí mediante colisiones, lo que resulta en la formación de partículas más grandes denominadas coloquialmente floculaciones (26).

Yaniris Lorenzo-Acosta afirma que la coagulación-floculación denota el fenómeno en el que las partículas se conglomeran en pequeñas masas conocidas como flóculos, que poseen un peso que supera al del agua. El proceso antes mencionado se emplea para erradicar la turbidez orgánica e inorgánica, junto con la eliminación de la coloración genuina y sostenible (27).

2.2.3. Coagulación

Ada Barrenechea Martel explica el proceso de coagulación que normalmente implica la utilización de sales de aluminio y hierro. Este proceso es el resultado de dos fenómenos distintos. El primero, de naturaleza principalmente química, implica las reacciones del coagulante con el agua que conducen a la formación de especies hidrolizadas con carga positiva. Este proceso depende de la concentración del coagulante y del pH final de la mezcla. El segundo fenómeno es fundamentalmente físico e implica el transporte de especies hidrolizadas para establecer contacto con las impurezas presentes en el agua (28).

Según Ojeda, el fenómeno de la coagulación se debe a la desestabilización de las suspensiones coloidales, que se logra al eliminar las capas eléctricas dobles que envuelven las partículas coloidales y al promover la formación de núcleos microscópicos. Este proceso comienza con la adición de coagulantes al agua y se completa en unos instantes fugaces. Se trata de una secuencia de interacciones físicas y químicas entre los coagulantes, las superficies de las partículas, los agentes alcalinos y el agua misma (11).

2.2.4. Aguas superficiales

Según Laura F. Zarza, el término agua superficial se refiere a las masas de agua que están en circulación o en reposo en la superficie de la Tierra. Estas masas de agua, ya sean naturales o artificiales, forman diversos elementos, como ríos, lagos, lagunas, pantanos, estanques, humedales y similares. El agua superficial proviene principalmente de precipitaciones que no se infiltran ni regresan a la atmósfera por evaporación, así como de manantiales y fuentes de agua subterránea. Cabe señalar que las aguas superficiales suelen clasificarse como aguas continentales, con la excepción de las aguas subterráneas, las aguas de transición y las aguas costeras. Además, en términos de estado químico, las aguas territoriales también se consideran aguas superficiales (29).

La bióloga Ulla Rothschild Osorio postula que las aguas superficiales pertenecen a aquellas que están situadas en la superficie terrestre y están en contacto inmediato con la atmósfera terrestre. Estas masas de agua se pueden discernir fácilmente, ya que son perceptibles a simple vista y no están situadas bajo tierra. La formación de estas aguas es el resultado de la acumulación de precipitaciones, manantiales y desbordamientos de otras fuentes de agua. En conclusión, las aguas superficiales con efluentes se canalizan hacia masas de agua más grandes, como los ríos que desembocan en el vasto océano (30).

2.2.5. Tipos de aguas superficiales

- a) Aguas lólicas o corrientes: se definen como cuerpos de agua que fluyen constantemente en una sola dirección, incluidos ríos, manantiales y arroyos.
- b) Aguas lénticas: se refieren a cuerpos de agua interiores plácidos, estancados o estacionarios, como lagos, lagunas, estanques, humedales y pantanos.

2.2.6. Tipos de coagulación

- a) Coagulación por adsorción: según Gómez N., es el fenómeno de la coagulación adsorbente surge en situaciones en las que hay una concentración sustancial de partículas coloidales. En los casos en que el coagulante se introduce en el agua turbia, los coloides asimilan los productos solubles de los coagulantes y dan lugar a la formación de flóculos de forma casi instantánea.
- b) Coagulación por Barrido: Gómez expone que el fenómeno de la coagulación por barrido se produce en presencia de una baja concentración de partículas coloidales, por lo que estas partículas quedan atrapadas al producirse una sobresaturación del precipitado sólido.
- c) Según el análisis de Menéndez Gutiérrez, Carlos Pérez Olmo y Jesús, se ha observado que los ambientes acuáticos no tratados presentan la presencia de flóculos sólidos suspendidos y sedimentados, lo que podría provocar el desarrollo de depósitos de lodo y condiciones anaeróbicas. La eliminación de los sólidos sedimentados es crucial para proteger los equipos (como bombas y tuberías) de los efectos nocivos de la abrasión.

2.2.7. Sólidos Totales

Los sólidos totales se refieren al residuo que persiste como basura después del proceso de evaporación y desecación a una temperatura que oscila entre 103 y 105 °C. La magnitud de los sólidos totales abarca tanto los solutos que se disuelven (sólidos disueltos totales que penetran eficientemente a través de un filtro) como los solutos que no se disuelven (sólidos suspendidos totales que permanecen confinados por un filtro).

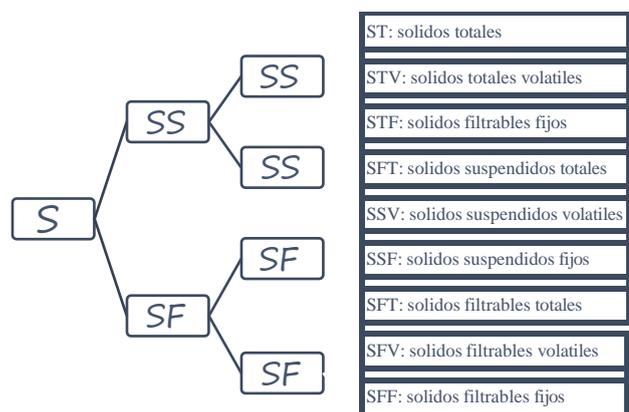


Figura 1. Sólidos totales por Jiménez B (27).

2.2.8. Tipos de coagulantes

Los coagulantes metálicos se han utilizado ampliamente en el área del tratamiento de aguas residuales. Entre estos coagulantes destacan el sulfato de aluminio, el sulfato férrico, el sulfato ferroso, el cloruro férrico y el aluminato de sodio.

2.3. Definición de términos básicos

- a) Coagulantes-Floculantes Naturales: son considerados con un gran potencial para ser utilizados como sustitutos debido a que son biodegradables por el contrario de los coagulantes inorgánicos y los polímeros sintéticos, y debido a que no generan daños al ambiente. Algunos de estos son de origen vegetal tiene una composición contienen coagulantes activos como carbohidratos, taninos y proteínas. Muchas de estas especies vegetales han sido motivo de investigación y experimentos que se realizaron recientemente, por la cual podemos encontrar una gran variedad de plantas. La clase de coagulantes naturales derivados de fuentes orgánicas abarca una amplia gama de flora, incluidas, entre otras, las semillas en polvo del árbol de *Moringa olifeira*, el tallo del atún (*Opuntia ficus-indica*), variedades específicas de arcilla como la bentonita, el polvo de semillas de durazno, las habas y la harina obtenida de la planta de yuca o yuca, que cuenta con un historial histórico de empleo en esta capacidad.
- b) Dosis óptima: entendemos por dosis óptima cuando se determina una concentración ideal para realizar un tratamiento (31).
- c) Flóculos: comúnmente llamado floc, son conjuntos de partículas desestabilizadas en el agua durante el proceso de floculación, lo trae consigo la formación posterior de un comprimido que contiene un mayor volumen, lo cual permite que se precipiten en la base del depósito mucho más rápida, para así después ser desechados.
- d) Remoción: la reducción de las partículas suspendidas en el agua puede lograrse mediante sedimentación o filtración, con estas metodologías actuando de manera concertada. La sedimentación tiene como objetivo la expulsión de las partículas con mayor densidad, mientras que la filtración se encarga de eliminar las partículas con densidades similares a las del agua o las que se han suspendido tras intentos de extracción anteriores. Por lo tanto, estas dos técnicas se combinan para mejorar la eficiencia y el calibre del agua tratada.

- e) Lagunas: son masas de agua, ya sean de origen natural o artificial, reciben el suministro de agua de los cursos tributarios, las precipitaciones directas dentro de la cuenca y las aguas subterráneas (32).
- f) Sólidos Totales: se definen como la materia residual que persiste después del proceso de secado de una muestra de agua. Estos sólidos son proporcionales a la suma del residuo suspendido y disuelto (33).
- g) *Hylocereus spp.* (Pitahaya): más conocida como «fruta del dragón», es una fruta de naturaleza exótica, cuya fama está proliferando rápidamente en todo el mundo. Su amplia aceptación puede atribuirse a sus características fisicoquímicas y nutricionales, junto con sus componentes bioactivos, que lo convierten en un alimento funcional. Se emplea ampliamente por sus excepcionales características organolépticas y su creciente importancia comercial (34).
- h) Mucílago de café: el grano de café, después de ser despulpado, va acompañado de una capa de mucílago (mesocarpio), que constituye entre el 15,55 y el 22% del peso del fruto maduro en relación con su contenido de humedad. El mucílago, una estructura abundante en azúcares y pectina, envuelve el endospermo de la semilla y mide aproximadamente 0,4 milímetros de grosor (35).

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método General

La metodología empleada es de naturaleza científica, ya que se adhiere a un conjunto de procedimientos establecidos que implican identificar el problema en cuestión, definir los objetivos, formular hipótesis y validarlas para extraer conclusiones. Según Ruiz, este enfoque es un aspecto fundamental de las ciencias del comportamiento, cuyo objetivo es comprender, dilucidar y anticipar los fenómenos sociales dentro de un panorama social complejo y multifacético. Esto, a su vez, permite a los investigadores seleccionar las metodologías y perspectivas científicas adecuadas (36).

3.1.2. Método específico

El enfoque empleado es de naturaleza experimental inductiva, ya que la investigación de hipótesis específicas se dirige hacia una hipótesis más general. Como afirma Bernal, esta metodología emplea el razonamiento para extraer conclusiones que comienzan con hechos particulares y aceptados y, en última instancia, conducen a conclusiones de una naturaleza más universalmente aplicable (37).

3.1.3. Tipo de investigación

La mencionada investigación es de tipo aplicada, ya que tiene como objetivo el estudio de una problemática consignada a la acción, que soluciona así problemas prácticos con el fin de atender las demandas de la sociedad, mediante esta tesis, ya que hay un problema existente como es la degradación de fuentes acuáticas por distintos tipos de actividades antropogénicas. Así, se plantea el uso de los coagulantes naturales como la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arabica* (café) en la depuración de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín.

3.1.4. Nivel

Es de nivel explicativo, Según Gómez, este tipo de nivel refiere a identificar las causas subyacentes de los eventos o fenómenos y establecer una relación causa- efecto. Por el contrario, Hernández Sampieri postula que la investigación explicativa es más metódica que los estudios con otros ámbitos y abarca los objetivos de exploración, descripción y correlación o asociación. Además, imparten la

comprensión del fenómeno al que se refieren. Por lo tanto, el presente estudio busca demostrar la eficiencia del coagulante en la erradicación de la sílice en muestras de aguas residuales de la minería no metálica (38).

3.2. Diseño de la investigación

La investigación actual se considera experimental, ya que Hernández Sampieri postula que implica la manipulación intencionada de variables independientes para facilitar el análisis de su impacto en las variables dependientes. Este procedimiento se lleva a cabo bajo la atenta supervisión del investigador (38).

Cuasi experimental

El estudio adopta un diseño cuasiexperimental que integra las evaluaciones previas y posteriores a las pruebas en tres iteraciones:

GC1: O1 -- O2

GE2: O1 x1 O3

GE3: O1 x2 O4

GE4: O1 x3 O5

GE5: O1 x4 O6

GE6: O1 x5 O7

Donde:

GE = Muestra de investigación

GC = Grupo control sin tratamiento

O1 y O2 = Pruebas antes y después del experimento

X = Aplicación del experimento

Este estudio se realizará mediante la administración de un grupo de control sin tratamiento, así como cinco grupos de control basados en el tratamiento. La aplicación de diferentes cantidades de coagulante cáscara de pitahaya y el mucílago de café se efectuará de forma variable en todos los grupos antes mencionados. Cada uno de ellos se someterá a tres repeticiones. Además, se emplearán dos períodos de coagulación, específicamente de 2 y 4 minutos, para determinar la duración óptima de la coagulación para la eliminación de los sólidos totales.

3.3. Población y muestra

3.3.1. **Población:** según Gallardo, es un conjunto de elementos que poseen características comunes, ya sean finitos o infinitos, sirve de base para las conclusiones de la investigación. La población de la investigación es la Laguna Pucush Ucclo.

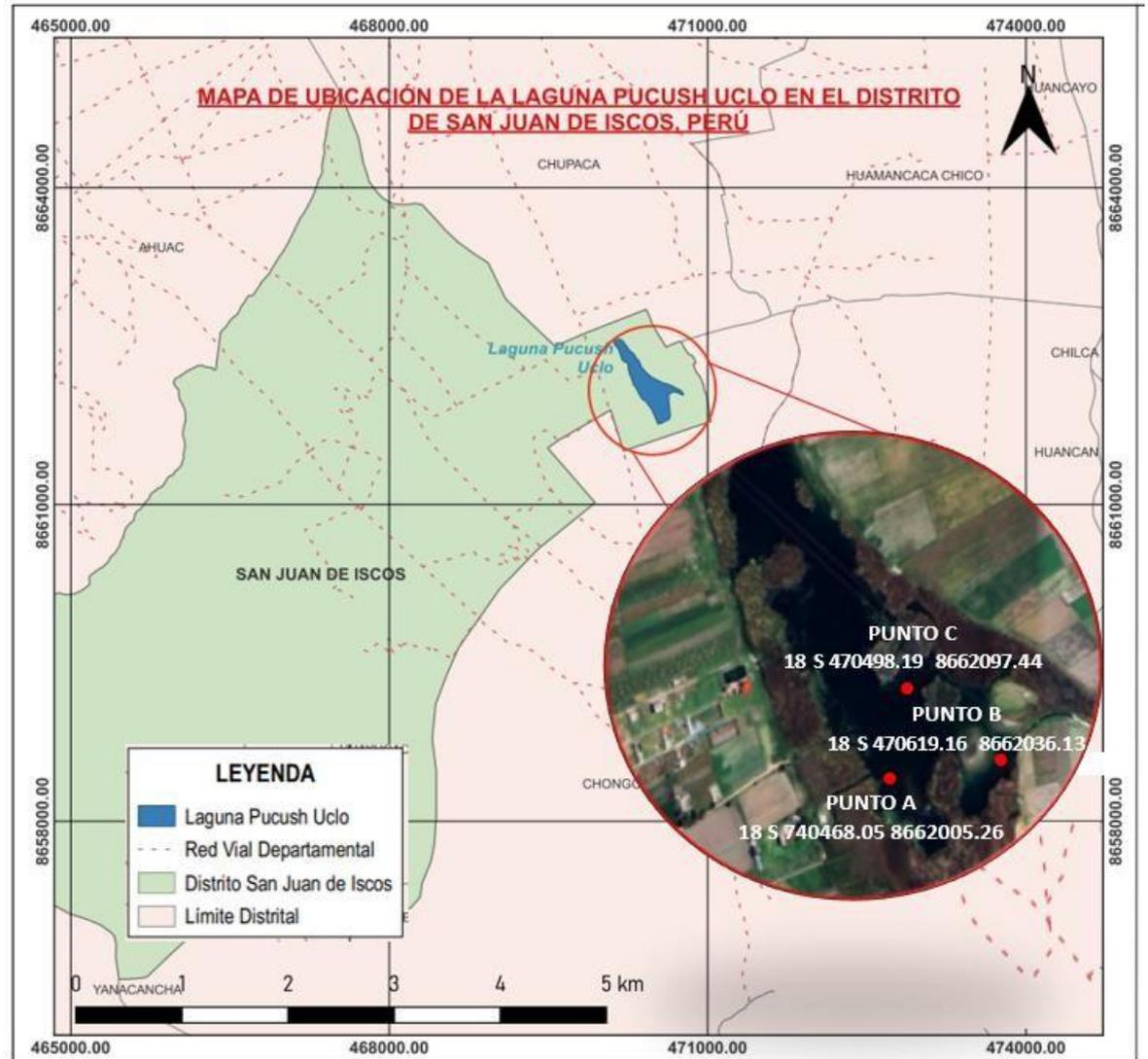


Figura 2. Puntos de monitoreo en la laguna Pucush Ucclo, elaboración propia

3.3.2. **Muestra:** la muestra en esta investigación fue una muestra integrada que comprendía 20 Litros de agua de la Laguna Pucush Ucclo, cuya justificación se ajusta al Protocolo Nacional con el propósito de supervisar y analizar el calibre de los recursos hídricos superficiales aprobado por RJ 010-2016 ANA y, a su vez, por la necesidad experimental de la presente investigación la que conlleva el uso de 6 jarras de un litro con 3 repeticiones más 2 litros de contingencia, que resultó en 20 litros de muestras extraídos de 3 puntos preestablecidos de la laguna.

Por ende, los 3 puntos establecidos de monitoreo se determinaron de la siguiente manera: el primer punto de muestreo se tomó cerca del recreo campestre “El huerto de Pucush Uccló”, el segundo punto se ubicó en un afluente que pertenece a la descarga de aguas de riego agrícola perteneciente a la población, la que ingresa de manera regular a través de canales de riego; y el tercer punto se ubicó sobre el efluente de la laguna Pucush Uccló. Por lo anterior, la calidad del agua superficial de la laguna no es uniforme, por lo que el monitoreo se realizó en diferentes puntos a fin de homogenizar la toma de muestra.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas e instrumentos

La principal técnica utilizada en la investigación es la observación experimental, ya que son datos relativamente controladas por el investigador porque estos pueden ser manipulados las variables.

3.4.2. Materiales

A. Equipos de Laboratorio

- a) Balanza analítica
- b) Estufa eléctrica
- c) Molino
- d) Tamizador

B. Materiales

- a) Jarras (plástico)
- b) Termómetro
- c) Probeta
- d) Papel toalla
- e) Varilla
- f) Guantes quirúrgicos
- g) Papel filtro
- h) Papel craft
- i) Tamiz
- j) Botellas
- k) Bolsas
- l) Cuchillos
- m) Etiquetas
- n) Baldes

C. Reactivos

- a. Agua destilada

3.4.3. Instrumentos

- a) Cadena de custodia: Abarca una serie de medidas rigurosas que son fundamentales para salvaguardar la identidad e integridad de las muestras.
- b) Test de jarra
- c) Ficha de registro de datos: Recolección de datos de las muestras.
- d) Lista de Cotejo

3.4.4. Muestreo de la laguna

Según el protocolo de monitoreo de agua, establecidos por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para cuerpos lenticos, donde el tipo de cuerpo de agua a monitorear es “L”, donde se consideran las lagunas naturales, artificial o lago, donde se tomaron puntos de control para el monitoreo en las diferentes direcciones alrededor de la laguna, a una distancia de aproximadamente 200 metros, se estableció un mínimo de 3 puntos de monitoreo.

3.4.5. Procedimientos

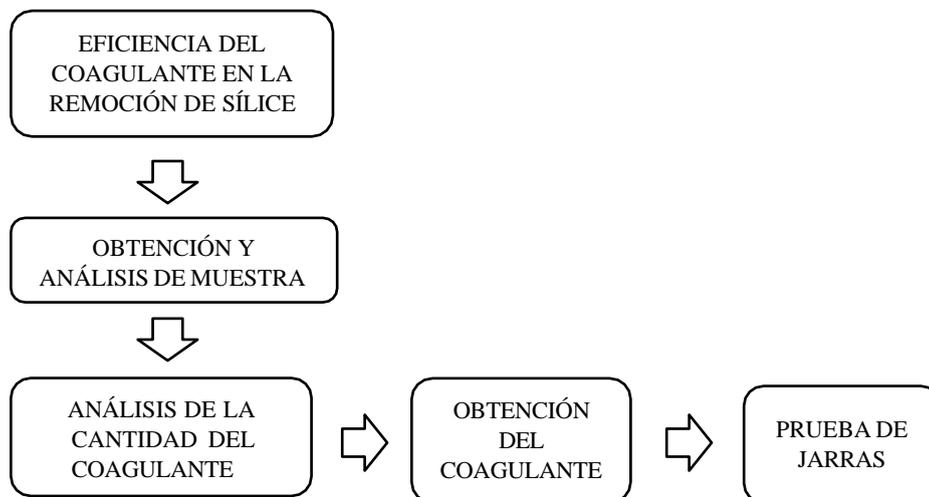


Figura 3. Procedimiento para la obtención del coagulante

3.4.5.1. Etapa de Pre-campo

Solicitar el laboratorio

3.4.5.2. Etapa de Campo

Teniendo en cuenta el protocolo de monitoreo de agua establecido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) para cuerpos lenticos el cual incluye a la Laguna Pucush Ucclo, la presente investigación estableció como mínimo 3 puntos de monitoreo de agua, teniendo en cuenta como criterio primordial la accesibilidad, cerca del recreo campestre “El huerto de Pucush Ucclo”, el segundo punto se ubicó en un afluente que pertenece a la descarga de aguas de riego y el tercer punto se ubicó sobre el cuerpo de agua de la laguna Pucush Ucclo,. También, se evitaron las áreas de turbulencia y presencia de espuma superficial.

Una vez tomada la muestra de agua, se procedió a su respectivo envío al laboratorio en el menor tiempo posible, establecidos dentro de las 6 horas de realizado. Por tal motivo, no se utilizaron preservantes, ya que se respetó el protocolo nacional de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, que garantiza que todos los parámetros cumplieran con los tiempos máximos de almacenamiento en el Anexo VII y validados por la cadena de custodia recibida por el laboratorio en la ciudad de Huancayo y que forma parte de los anexos de la presente tesis.

3.4.5.3. Etapa de experimentación

A. PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE CÁSCARA DE PITAHAYA:

- a) **Recolección de la fruta:** se adquirieron nueve pitahayas amarillas en varios mercados de la ciudad de Huancayo.
- b) **Lavado de la fruta:** tras la recolección, las pitahayas se lavaron minuciosamente con agua destilada para eliminar cualquier impureza y partículas de polvo, que pudieran haber estado presentes en la fruta.
- c) **Secado, despulpado, pesado y cortado:** tras someterse al proceso de lavado, la fruta se dejó secar de forma natural a temperatura ambiente. A continuación, se extrajo la pulpa y se cortó hábilmente en trozos finos y uniformes de aproximadamente 1 cm de grosor, que utilizó un cuchillo afilado.
- d) **Deshidratación, trituración y tamizado:** la cáscara del fruto de Pitahaya se sometió a una temperatura de 52 °C durante un total de 30

horas para que se deshidratara. Luego, el producto resultante se trituró para producir un polvo que se sometió a un proceso de tamizado por malla, que utiliza un tamiz con el número de malla 28, para obtener un polvo fino, que, posteriormente, se utilizó como coagulante.

B. PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN DE MUCILAGO DE CAFÉ:

- a) **Recolección de la fruta:** se recolectó 10 Kg de cerezos del fruto de café fueron cosechados en el Anexo de Alto Florida - Centro Poblado La Florida-Distrito de Perene -Provincia de Chanchamayo en un campo de cultivo de 05 Has.
- b) **Lavado de la fruta:** recolectadas los cerezos se lavó previamente para eliminar los restos de suciedad y demás.
- c) **Despulpado:** se realizó el despulpado de los cerezos de manera manual, o también la separación de la cascara y del fruto.
- d) **Fermentado:** los granos pelados fueron depositados en un recipiente con 10 L de agua destilada el cual se dejó fermentar por 05 días hasta obtener una sustancia acuosa.
- e) **Secado:** la solución acuosa se dejó en la estufa por 03 días a una temperatura promedio de 70 °C hasta obtener la consistencia seca o en polvo.

3.4.5.4. Etapa de laboratorio

A. PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN DEL COAGULANTE NATURAL:

Se sintetizó una solución con propiedades coagulantes se produjo dos soluciones una por cada coagulante, solución de nominada concentración madre donde se utilizó para la primera concentración madre 1 gramo de polvo de cáscara de pitahaya; para la segunda concentración madre, de igual forma 1 gramo de mucilago de café. Luego, ambos se disolvieron en 1 Litros de agua destilada, denominada solución madre, la cual se selló en un recipiente de plástico y posterior se sometió a la prueba de la jarra.

Para determinar la cantidad óptima de coagulante natural requerida, se empleó la siguiente fórmula:

$$C1 * V1 = C2 * V2$$

Ecuación 1. Dilución

Dónde:

C1: Concentración inicial V1:

Volumen inicial

C2: Concentración final

V2: Volumen final - Esta fórmula se aplicó para ambos casos de coagulante natural, de este modo se logró.

La fórmula mencionada anteriormente se utilizó para ambos escenarios que implicaban el uso de coagulantes orgánicos, lo que dio como resultado el logro del resultado deseado.

B. PRUEBA DE JARRAS

Para la prueba de jarras, se adaptó la metodología usada por Som y Wahab (2018):

- a)** Se seleccionaron tres recipientes de precipitación y se añadieron 500 ml de agua superficial a cada uno.
- b)** Se introdujeron dosis variables en los recipientes de precipitación, comenzando con 20, 40 y 60, mg/L. Estas dosis se obtuvieron a partir de una solución que comprendía 1 g del coagulante natural, el mucílago de café y de cascara de pitahaya o la concentración madre.
- c)** Tras la adición del coagulante, se mezcló durante 1 minuto a una velocidad de agitación de 100 rpm. La velocidad de agitación se redujo posteriormente a 40 rpm durante 15 minutos. Tras este intervalo, la mezcla se dejó reposar durante 15 minutos para permitir la sedimentación.
- d)** En consecuencia, se extrajo el líquido sobrenadante de cada recipiente para realizar los correspondientes análisis de turbidez.

- a) Se realizó 02 repeticiones por cada concentración, y se obtuvo 06 datos en total de este tratamiento.

3.4.5.5. Etapa de gabinete.

Consolidación de la información.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de resultados

4.1.1. Concentración inicial de sólidos totales de la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín – 2023

Tabla 2

Concentración inicial de sólidos totales

	Ensayo	Resultado	Unidad
Concentración inicial	Sólidos totales	1440	Mg/L

Nota. Elaboración propia

Esta laguna, creada por la acumulación de agua de lluvia y filtraciones subterráneas, tiene una historia de aproximadamente 13 a 14 años y cubre un área de cerca de 4 hectáreas. Sus aguas se caracterizan por su color azul cristalino y mantienen una temperatura de entre 13 y 14 °C, con una profundidad máxima de 3 metros en su punto central. Sin embargo, enfrenta problemas de contaminación, ya que los canales adyacentes transportan residuos como plásticos, envases de productos agrícolas y animales muertos, que deteriora la calidad del agua y el ecosistema del humedal.

La superficie de la laguna está adornada con pequeñas islas de totora, que sirven de refugio para una variedad de aves. En las zonas circundantes, se cultivan productos como maíz, papa, quinua y zanahoria, y se encuentran plantas silvestres como el quinal, álamo, sauco, totorales y retamas. Hoy en día, esta laguna es considerada una importante reserva de biodiversidad, especialmente, para aves acuáticas, incluyendo a las garzas, gallaretas, gaviotas, yanavicos y patos zambullidores.

4.1.2. Caracterización de los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucilago de *Coffea arábica* (café):

Tabla 3

Características físicas del coagulante natural de la cáscara de pitahaya

Características Físicas De Coagulante Natural Cascara De Pitahaya	
PH	6.5
Color	Blanco
Temperatura	19,5 °C

Nota: Elaboración propia

Tabla 4*Características físicas del coagulante natural de la cáscara de mucilago de café*

Características Físicas De Coagulante Natural Mucilago De Café	
PH	5.3
Densidad	1.125 g/ml
Color	Marrón
Temperatura	20,5°C

Nota. Elaboración propia

4.1.3. Dosificación óptima de los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica* (café) para la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín – 2023:

Tabla 5*ANOVA del coagulante a base de Pitahaya*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,002	2	,001	487, 114	,000
Dentro de grupos	,000	6	,000		
Total	,002	8			

Nota. Elaboración propia

Para el resultado de Pitahaya, el análisis ANOVA muestra cómo la eficiencia del coagulante varía entre las diferentes concentraciones. Con un valor de F significativo (487,114) y un nivel de significancia de $p < 0.050$, se puede afirmar que existe una diferencia estadísticamente significativa en la eficiencia del coagulante entre al menos dos de las concentraciones probadas. La suma de cuadrados entre grupos (0.002) es mucho mayor que la suma de cuadrados dentro de los grupos (0.000), lo que indica que la variación en la eficiencia del coagulante es principalmente debido a la diferencia entre las concentraciones y no a la variación dentro de las mismas concentraciones.

Tabla 6*Tukey del coagulante a base de Pitahaya*

Concentración mg/L	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
20,00	3	,814133		
40,00	3		,841233	
60,00	3			,853033
Sig.		1,000	1,000	1,000

Nota. Elaboración propia

La prueba de HSD de Tukey detalla que las medias de eficiencia para las concentraciones de 20, 40 y 60 mg/L son estadísticamente distintas unas de otras, que forma tres subconjuntos homogéneos sin superposición, lo cual se refleja en los valores de significancia de 1,000. Este resultado significa que, para cada concentración, la eficiencia en la remoción de sólidos totales es significativamente diferente de las otras, confirmado por la inexistencia de superposición en los subconjuntos homogéneos. Esto apoya la hipótesis de que incrementar la concentración de la cáscara de Pitahaya mejora la eficiencia en la remoción de sólidos, y ayuda a identificar la dosificación óptima basada en la mayor eficiencia observada, que en este caso es de 60 mg/L, dado que esta concentración presenta la media más alta de eficiencia (0.853033) según el análisis de Tukey.

Tabla 7*ANOVA del coagulante a base de Mucílago*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,001	2	,000	214,251	,000
Dentro de grupos	,000	6	,000		
Total	,001	8			

Nota. Elaboración propia

Para el coagulante a base de mucílago, el ANOVA indica una diferencia significativa en la eficiencia entre las distintas concentraciones probadas, como se refleja en un valor de F de 214,251 y un nivel de significancia de $p < 0.050$. Este resultado apunta a que las diferencias en la eficiencia del coagulante no son producto del azar, sino que son estadísticamente significativas. Al igual que con la Pitahaya, la variabilidad entre grupos (con una suma de cuadrados de 0.001) es mucho mayor que la variabilidad dentro de los grupos (suma de cuadrados casi nula), lo que sugiere que las diferencias en la eficiencia

están fuertemente relacionadas con las variaciones en las concentraciones de mucílago.

Tabla 8

Tukey del coagulante a base de Mucílago

Concentración mg/L	Subconjunto para alfa = 0.05			
	N	1	2	3
20,00	3	,7 69 00 0		
60,00	3		,782867	
40,00	3			,793533
Sig.		1, 00 0	1,000	1,000

Nota. Elaboración propia

De acuerdo con la prueba de Tukey, encontramos un patrón inesperado en el que la media de eficiencia no aumenta de manera proporcional con la concentración de mucílago; la mayor eficiencia se observa a 40 mg/L (0.793533), seguida por 60 mg/L (0.782867), y la menor a 20 mg/L (0.769000). La significancia de 1,000 para cada concentración individual indica que no supo mostrar posición entre los grupos; cada concentración constituye un subconjunto homogéneo y muestra una eficiencia única en comparación con las otras concentraciones.

Esto sugiere que la dosis óptima del coagulante a base de mucílago, bajo las condiciones del estudio, es de 40 mg/L, ya que esta concentración proporcionó la mayor remoción de sólidos totales. Este resultado puede deberse a un posible efecto de saturación o a la eficiencia máxima alcanzada en la dosis intermedia, lo que indica que aumentar la dosis más allá de este punto no mejora la eficiencia de la coagulación y puede incluso reducirla, como se observa en la dosis de 60 mg/L. Estos hallazgos son cruciales para determinar la dosificación óptima del coagulante a base de mucílago para la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo.

4.2. Prueba de hipótesis

Prueba de Normalidad

Las pruebas de normalidad se realizaron con el estadístico Shapiro-Wilk por tener menos de 50 datos.

H0: Los datos siguen una distribución normal

H1: Los datos no siguen una distribución normal

Regla de decisión:

Sig. ≤ 0.05 se rechaza H0 y se acepta H1

Sig. > 0.05 se acepta H0 y se rechaza H1

Tabla 9

Prueba de normalidad

	Estadístico	Gl	Sig.
Pitahaya	,835	9	,051
Mucilago	,885	9	,175

Nota. Elaboración propia

Dado que la significancia en ambos casos es mayor a 0.05, se acepta H0 y se rechaza H1. Ello indica que ambas distribuciones son normales. Se recomienda trabajar con estadísticos paramétricos. En este caso, se realizará la prueba de Hipótesis con ANOVA de un factor.

Prueba de hipótesis general de investigación:

Ho: Los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica* (café) No son eficientes significativamente en la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín – 2023.

Ha: Los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica*(café) son eficientes significativamente en la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín – 2023.

1. Análisis de Eficiencia de los coagulantes

Pitahaya

Tabla 10

Estadísticos descriptivos de la Eficiencia del coagulante a base de Pitahaya

N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	
				Límite inferior	Límite superior			
20,00	3	,814133	,0017616	,0010171	,809757	,818509	,8125	,8160
40,00	3	,841233	,0010693	,0006173	,838577	,843890	,8403	,8424
60,00	3	,853033	,0017616	,0010171	,848657	,857409	,8514	,8549
Total	9	,836133	,0173261	,0057754	,822815	,849451	,8125	,8549

Nota. Elaboración propia

La Tabla 6 revela una consistencia notable en la eficiencia del coagulante extraído de la cáscara de *Selenicereus undatus* (Pitahaya), con un incremento progresivo en la media de remoción de sólidos totales de la laguna Pucush Ucclo a medida que se aumenta la concentración del coagulante de 20 a 60 mg/L. La baja desviación y el error estándar en todas las concentraciones sugieren resultados homogéneos y confiables, que indica una variabilidad mínima y una alta precisión. Los intervalos de confianza del 95% se estrechan con concentraciones más altas, lo cual respalda la precisión en la estimación de la eficiencia a mayores concentraciones del coagulante. La proximidad de los valores mínimos y máximos a las medias correspondientes subraya la consistencia en la capacidad de coagulación de la Pitahaya, y demuestra su potencial como coagulante natural eficiente para la purificación de agua.

Mucílago

Tabla 11

Estadísticos descriptivos de la Eficiencia del coagulante a base de Mucílago

	N	Media	Desv.		95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
			Desviación	Error	Límite inferior	Límite superior		
20,00	3	,769000	,0015588	,0009000	,765128	,772872	,7681	,7708
40,00	3	,793533	,0014012	,0008090	,790053	,797014	,7924	,7951
60,00	3	,782867	,0014012	,0008090	,779386	,786347	,7813	,7840
Total	9	,781800	,0107277	,0035759	,773554	,790046	,7681	,7951

Nota. Elaboración propia

La tabla presentada ofrece un análisis estadístico descriptivo de la eficiencia del coagulante natural basado en el mucílago de *Coffea arábica* en la remoción de sólidos totales de la laguna Pucush Ucclo, medidos en concentraciones de 20, 40 y 60 mg/L. La media de eficiencia aumenta de 0.769 a 20 mg/L a 0.793533 a 40 mg/L, pero interesantemente, disminuye a 0.782867 a 60 mg/L, lo que podría indicar que no hay una relación directamente proporcional entre la concentración del coagulante y la eficiencia en este intervalo. La desviación estándar es pequeña en todas las concentraciones, y señala que la variabilidad de la eficiencia del coagulante es baja y los resultados son consistentes. El error estándar, al igual que el intervalo de confianza del 95%, sugiere alta precisión en las mediciones de la eficiencia del coagulante. Los valores mínimos y máximos están muy cercanos a las medias, lo que refuerza la idea de que hay poca dispersión en los resultados. Este patrón implica que el mucílago de café muestra una capacidad coagulante que puede ser eficiente hasta cierto punto, después del cual aumentar la dosis no necesariamente mejora la remoción de sólidos, lo que podría apuntar a un comportamiento de saturación o a una eficiencia óptima en una dosis intermedia.

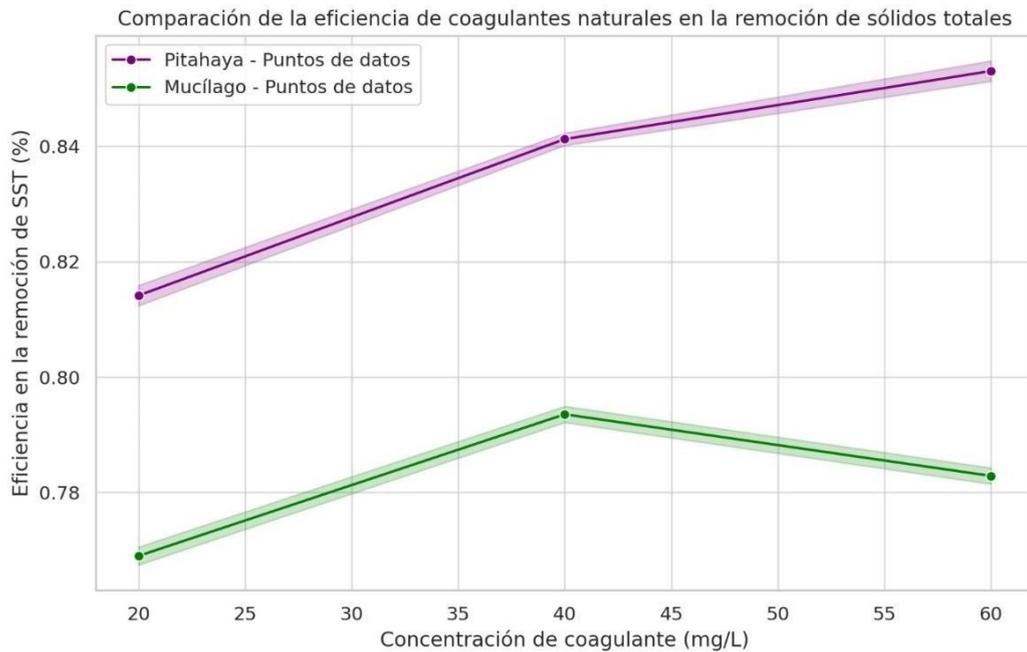


Figura 4. Comparación de la eficiencia de coagulantes naturales en la remoción de sólidos totales, elaboración propia

En la figura presentada, se compara la eficiencia de dos coagulantes naturales, extraídos de la cáscara de Pitahaya y del mucílago de café, en la remoción de sólidos totales en aguas de la Laguna Pucush Ucclo. Se observa que la eficiencia del coagulante a base de Pitahaya incrementa con la concentración, alcanzando su máximo en 60 mg/L, mientras que el mucílago muestra una eficiencia ligeramente decreciente a la misma concentración. Los intervalos de confianza del 95% revelan una mayor precisión en las estimaciones de eficiencia para Pitahaya comparado con el mucílago, como se evidencia en el menor rango del intervalo de confianza. Los valores mínimos y máximos indican variaciones consistentes con las medias reportadas, que sugiere una estabilidad en la eficiencia de remoción de ambos coagulantes dentro del rango de concentraciones examinado. Esta comparativa sugiere que la cáscara de Pitahaya podría ser un coagulante más efectivo y consistente para la purificación de agua en las condiciones estudiadas.

4.3. Discusión de resultados

La presente investigación tuvo por objetivo principal analizar la eficiencia de los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica* (café) en la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Uccllo provincia de Chupaca, Junín – 2023. Se observa que la eficiencia del coagulante a base de Pitahaya incrementa con la concentración, alcanzando su máximo en 60 mg/L, mientras que el mucílago muestra una eficiencia ligeramente decreciente a la misma concentración. Los intervalos de confianza del 95% revelan una mayor precisión en las estimaciones de eficiencia para Pitahaya comparado con el mucílago, como se evidencia en el menor rango del intervalo de confianza. Los valores mínimos y máximos indican variaciones consistentes con las medias reportadas, sugiriendo una estabilidad en la eficiencia de remoción de ambos coagulantes dentro del rango de concentraciones examinado. Esta comparativa sugiere que la cáscara de pitahaya podría ser un coagulante más efectivo y consistente para la purificación de agua en las condiciones estudiadas. En comparación con el estudio de Parra y colaboradores (7) donde se demostró la efectividad del mucílago extraído de la planta endémica *Opuntia wentiana* en la clarificación de aguas de alta turbidez, obtuvo valores de remoción superiores al 70%, revela resultados similares con mi investigación en términos de eficiencia de remoción de sólidos totales. La eficiencia del coagulante a base de Pitahaya muestra un aumento con la concentración, alcanzando su máximo a 60 mg/L, mientras que el mucílago exhibe una ligera disminución en la eficiencia a la misma concentración. Los intervalos de confianza del 95% indican una mayor precisión en las estimaciones de eficiencia para la Pitahaya en comparación con el mucílago. Por otro lado, Vasquez (19), donde se utilizó *Moringa oleífera* como floculante para disminuir la turbidez en aguas turbias del río Higuera - Carrizales, logró un valor final de 0 NTU con una dosis de 3 gramos de semilla de *Moringa Oleífera*, Asimismo, Barreto y Vargas (6) implementaron coagulantes naturales en el tratamiento de aguas residuales logrando una efectividad del 50% en la remoción de turbiedad y color a una dosificación de 300 mg/L. Por lo tanto, mi investigación revela resultados más prometedores. Finalmente, en comparación con el estudio de Huaranga y Vilcarano (20), donde se evaluó la eficiencia de remoción de turbidez utilizando un coagulante natural a base de residuos de papa (*Solanum tuberosum*), obtuvo un porcentaje de remoción del 80.19% y reduciendo la turbidez de 26.5 NTU a 5.25 NTU en el reservorio principal del Distrito de Leonor Ordoñez - Jauja, mi investigación sobre los coagulantes naturales de la cáscara de Pitahaya y el mucílago de café revela resultados similares en términos de eficiencia de remoción de sólidos totales. Aunque se utilizan diferentes coagulantes, ambos estudios demuestran la capacidad de los recursos naturales para mejorar la calidad del agua. En conclusión, estos resultados sugieren que la cáscara de Pitahaya podría ser un coagulante más efectivo y consistente para la purificación de agua en las condiciones estudiadas. Además, se destaca la eficiencia comparable de los coagulantes naturales en relación con estudios anteriores que utilizaron otros recursos naturales, como la *Moringa oleífera* y los

residuos de papa, lo que respalda la viabilidad de utilizar recursos naturales como alternativas sostenibles en el tratamiento de aguas.

Se determinó la concentración inicial de sólidos totales de la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín – 2023, mediante el ensayo de sólidos totales el resultado representa 1440 Mg/L de concentración inicial. Asimismo, menciona que esta laguna fue creada por la acumulación de agua de lluvia y filtraciones subterráneas; tiene una historia de aproximadamente 13 a 14 años y cubre un área de cerca de 4 hectáreas. Sus aguas se caracterizan por su color azul cristalino y mantienen una temperatura de entre 13 y 14 °C, con una profundidad máxima de 3 metros en su punto central. Estos resultados en comparación con el estudio de Contreras (13), quién encontró que, en ciertos meses del año, los niveles de turbiedad y color en el agua cruda excedían los Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 1-A2, los cuales permiten su potabilización mediante tratamiento convencional según el D.S. N° 004-2017-MINAM, observó una proliferación de organismos de vida libre, especialmente algas, durante los periodos de sequía y señaló que su desarrollo depende de la presencia de ácido carbónico libre, el cual es indispensable para ellas. Asimismo, Olivera (17), quien reporta parámetros adicionales, como sólidos suspendidos totales de 281 mg/L, demanda bioquímica de oxígeno de 201.30 mg/L, turbidez de 120 NTU, pH de 7.41 y temperatura de 15 °C. Observó una mayor eficiencia en la remoción de sólidos suspendidos totales y turbidez utilizando una dosis de 20 mL de un coagulante natural de aloe vera, con eficiencias del 75.70% y 48.70%, respectivamente, en el efluente de la PTAR Jauja. En contraste, Huaranga y Vilcarano (20) establecieron concentraciones de estudio en muestras de un reservorio en el Distrito de Leonor Ordoñez - Jauja, que utilizaron soluciones coagulantes preparadas con residuos de papa, con concentraciones específicas de 10 ppm, 15 ppm, 25 ppm y 50 ppm, respectivamente. Asimismo, Campos (14) encontró que el agua del río Higueras presenta una turbidez de 360 NTU, un pH básico y una conductividad relativamente baja en comparación con el canal de Monsefú. Finalmente, Vásquez (19) determinó que el agua del río Higueras presenta una turbidez de 360 NTU, un pH básico y una conductividad relativamente baja. De acuerdo con los estudios previos, han demostrado que la calidad del agua varía, con niveles de turbiedad y color que exceden los estándares ambientales en ciertos meses del año. Además, se ha observado una proliferación de organismos de vida libre, como algas, durante los periodos de sequía, y se han realizado investigaciones sobre la eficiencia de coagulantes naturales y la comparación con otros cuerpos de agua en la región.

En la presente investigación, también, se determinó la caracterización de los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus undatus* (pitahaya) y del mucilago de *Coffea arábica* (café). En el caso de las características físicas de coagulantes de la cáscara de Pitahaya son nivel de pH igual a 6.5, color blanco y temperatura de 19.5°. Con respecto a las características físicas del mucilago de café posee un pH igual a 5.3, densidad 1.125 g/ml, color marrón y 20.5° de temperatura. Al comparar estos resultados con el estudio de Barreto y Vargas (6), se observó que el

comportamiento de los coagulantes variaba en diferentes dosificaciones, con el coagulante tipo A alcanzando la máxima remoción a una dosificación de 300 mg/L y mostrando un aumento en el color en dosificaciones posteriores. Por otro lado, el coagulante B tuvo una disminución y posterior aumento en la remoción, mientras que el coagulante C presentó una remoción mínima y agregó color al agua tratada. Asimismo, el estudio de Barreto et al. (8) encontraron que el coagulante tipo C, a base de semilla de aguacate, logró una remoción de turbiedad del 44.27%. Por otro lado, el coagulante tipo B, que consistía en mucílago de café y solución buffer de fosfato, demostró los mejores resultados al lograr una remoción del 64.29% en la turbiedad y un 52.20% en el color. Por otro lado, Cevallos et al. (26), determinaron que los coagulantes naturales, como la pitahaya y el Aloe vera, lograron porcentajes de eliminación de turbidez del 62.26% y 75.15%, respectivamente. Por otro lado, el coagulante sintético, el PAC, obtuvo un porcentaje de eliminación de turbidez del 99.59%. En términos de la demanda química de oxígeno (DQO), el coagulante natural más eficaz registró un valor final de 839.35 mGO₂/L, mientras que el coagulante sintético presentó un valor de 18 mGO₂/L. Asimismo, Rojas y Rojas (15), en el análisis químico de la cáscara de Pitahaya, se reveló un contenido de humedad del 84.57%, carbohidratos del 11.51%, proteínas del 1.19%, grasas del 0.04% y cenizas del 0.016%. También, se obtuvo un rendimiento del 1.88% de mucílago en polvo a partir de la cáscara de cacao fresca, que demostró una mayor capacidad de coagulación en un rango de pH entre 11.5 y 12.5. De la misma manera, Carrizales (50) determinó que la concentración óptima de Moringa oleífera para la clarificación de aguas con turbidez de hasta 150 UNT se encuentra en el rango del 2% al 3%. Además, se estableció un tiempo de mezcla rápida de 5 segundos a 300 RPM, seguido de un tiempo de floculación de 20 minutos a 40 RPM y un tiempo de sedimentación de 15 minutos. Finalmente, los resultados con el estudio realizado por Barbarán et al. (21). En dicho estudio, se encontró que la semilla de durazno logró una reducción de turbidez del 92.95% en el agua del río Santa, con una concentración de 15 gr/L, un pH de 6.4 y una concentración de sólidos solubles de 2070 (mg/L). Por otro lado, la semilla de palta alcanzó una reducción de turbidez del 48.92% en el agua del río Santa, con una concentración de 5 gr/L, un pH de 6.6 y una concentración de sólidos solubles de 4220 (mg/L). En conclusión, los resultados de esta investigación, y la comparación con estudios previos revelan la diversidad y eficiencia de los coagulantes naturales en el tratamiento de agua. Se observó que diferentes coagulantes naturales, como la cáscara de pitahaya, el mucílago de café, la semilla de durazno y la semilla de palta, demostraron remociones significativas de turbidez en el agua, con porcentajes que oscilaron entre el 44.27% y el 92.95%. Además, se destacó que los coagulantes naturales presentaron resultados favorables en comparación con los coagulantes sintéticos, tanto en la eliminación de turbidez como en la demanda química de oxígeno. Estos hallazgos respaldan la viabilidad y la potencialidad de los coagulantes naturales como alternativas sostenibles en el tratamiento del agua en diferentes contextos.

Se determinó la dosificación óptima de los coagulantes naturales de la cáscara de *Selenicereus*

undatus (pitahaya) y del mucílago de *Coffea arábica* (café) para la remoción de sólidos totales en la laguna Pucush Ucclo provincia de Chupaca, Junín – 2023. De acuerdo con la prueba de Tukey, encontramos un patrón inesperado en el que la media de eficiencia no aumenta de manera proporcional con la concentración de mucílago; la mayor eficiencia se observa a 40 mg/L (0.793533), seguida por 60 mg/L (0.782867), y la menor a 20 mg/L (0.769000). La significancia de 1,000 para cada concentración individual indica que no hay superposición entre los grupos, por lo tanto, la dosis óptima del coagulante a base de mucílago, bajo las condiciones del estudio, es de 40 mg/L, ya que esta concentración proporcionó la mayor remoción de sólidos totales. Este resultado puede deberse a un posible efecto de saturación o a la eficiencia máxima alcanzada en la dosis intermedia, lo que indica que aumentar la dosis más allá de este punto no mejora la eficiencia de la coagulación y puede incluso reducirla, como se observa en la dosis de 60 mg/L. En comparación, con los resultados de Rojas y Rojas (15), investigaron el uso de mucílago de cáscara de cacao en aguas con diferentes turbideces y pH. Los resultados indican que la dosis óptima de mucílago varía en función de la turbidez y el pH del agua tratada, que oscila entre 20 mg/L y 100 mg/L. Además, se menciona la influencia de la velocidad de agitación en el proceso. Asimismo, Carrizales (50) investigó el uso de *Moringa oleífera* en aguas con diferentes turbideces. Los resultados indican que la dosis óptima de *Moringa oleífera* varía en función de la turbidez del agua tratada, que oscila entre 10 mg/L y 50 mg/L para turbiedades menores a 50 UNT, y entre 30 mg/L y 100 mg/L para turbiedades mayores a 50 UNT y hasta 150 UNT. Además, se mencionan los parámetros de mezcla rápida, floculación y sedimentación utilizados en el proceso. Por otro lado, Vásquez (19) investigó el uso de *Moringa oleífera* en agua cruda. Los resultados indican que la dosis apropiada de *Moringa oleífera* varía, que utiliza 15 ml de coagulante en 400 ml de agua cruda para alcanzar una disminución de 0 UNT, y utilizar 30 ml de coagulante para alcanzar una disminución de 158 UNT. Estas diferencias resaltan la importancia de adaptar la dosificación óptima de los coagulantes naturales a las características específicas del agua y los objetivos de tratamiento. De la misma manera, Contreras (13) investigó el uso de Hipoclorito de Calcio y Sulfato de Cobre en la remoción de algas y como bactericida. Los resultados indican que la dosificación óptima de Hipoclorito de Calcio al 0.25% es de 0.30 mg/L, mientras que la dosificación óptima de Sulfato de Cobre al 0.25% es de 0.22 mg/L. En contraste, Ojeda (12) utiliza almidón de mashua, se observa una diferencia significativa en los métodos y los resultados, determinó que la dosis óptima de almidón de mashua fue de 1 mg/L a una concentración de 0.1%, junto con 85 mg/L de sulfato de aluminio. Además, se obtuvieron diferentes valores de turbiedad residual, color residual y pH. Asimismo, los resultados difieren de los obtenidos por Espinoza y Zuluaga (9), en su estudio con moringa y nopal, donde la dosis óptima variaba en un rango de concentraciones. En el caso de la moringa, la dosis óptima se alcanzó a una concentración de 20,000 ppm, mientras que, para el nopal, la dosis óptima para una concentración de 100 mg/L fue de 0.5 mL, y aumenta progresivamente en 0.3 mL por cada incremento de 50 mg/L. Estas diferencias sugieren que la dosis óptima de coagulantes naturales

puede variar dependiendo de la fuente y el tipo de coagulante utilizado. En conclusión, al comparar los resultados de diversas investigaciones sobre la dosificación óptima de coagulantes naturales en la remoción de sólidos totales y algas, se evidencia la importancia de adaptar la dosis a las características del agua y los objetivos de tratamiento. Los resultados muestran variaciones significativas en las dosis óptimas entre diferentes coagulantes naturales, como la cáscara de *Selenicereus undatus*, el mucílago de *Coffea arábica*, *Moringa oleífera*, almidón de mashua, moringa y nopal. Estos hallazgos resaltan la necesidad de realizar investigaciones específicas para determinar la dosificación adecuada de cada coagulante natural en diferentes contextos, que consideren parámetros como la turbidez, el pH y las concentraciones de los coagulantes, para lograr una eficiencia óptima en los procesos de coagulación y tratamiento del agua.

CONCLUSIONES

1. Entre los coagulantes naturales para la remoción de sólidos totales en aguas de la Laguna Pucush Ucclo, destaca la superioridad del coagulante de cáscara de Pitahaya frente al mucílago de café. La eficiencia del coagulante de Pitahaya mejora con el aumento de la concentración, alcanzando una eficiencia óptima a 60 mg/L con una media de eficiencia de 0.853, mientras que el mucílago de café muestra una eficiencia reducida y menos consistente en concentraciones similares. Los datos estadísticos evidencian no solo una mayor eficiencia de la Pitahaya, con un rango de 0.8125 a 0.8549, sino, también, una mayor estabilidad en comparación con el mucílago, cuyo rendimiento varía entre 0.7681 y 0.7951. Estos resultados subrayan el potencial de la cáscara de Pitahaya como coagulante eficaz y estable para la purificación de agua.
2. La laguna Pucush Ucclo en la provincia de Chupaca, en Junín, presenta una concentración inicial de sólidos totales de 1440 Mg/L. Esta laguna, formada por la acumulación de agua de lluvia y filtraciones subterráneas, se caracterizan por su color azul cristalino y mantienen una temperatura de entre 13 y 14 °C, que alcanzan una profundidad máxima de 3 metros en su punto central.
3. Se realizó la caracterización de los coagulantes naturales de la cáscara de Pitahaya y el mucílago de café. El coagulante de la cáscara de Pitahaya se caracteriza por tener un pH de 6.5, ser de color blanco y una temperatura de 19.5°C. Por otro lado, el mucílago de café presenta un pH de 5.3, una densidad de 1.125 g/ml, un color marrón y una temperatura de 20.5°C.
4. La investigación revela que la eficiencia de la Pitahaya aumenta con la concentración, alcanzando su pico a 60 mg/L, mientras que el mucílago alcanza su máxima eficiencia a 40 mg/L. Los análisis ANOVA subrayan diferencias estadísticamente significativas en la eficiencia entre concentraciones (F de 487,114 para Pitahaya y 214,251 para mucílago, $p < 0.050$), confirmadas por la prueba de Tukey que identifica la dosis óptima sin superposición entre las concentraciones evaluadas. Este estudio demuestra la importancia de determinar la dosificación precisa para la óptima aplicación de coagulantes naturales en el tratamiento de aguas, que resalta la eficiencia específica de 0.853033 a 60 mg/L para Pitahaya y de 0.793533 a 40 mg/L para el mucílago, y enfatiza que variaciones en la concentración afectan significativamente la remoción de sólidos totales.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el coagulante natural de la cáscara de Pitahaya en la remoción de sólidos totales en aguas de la Laguna Pucush Ucclo. Para lograr la máxima eficiencia, se sugiere utilizar una concentración de 60 mg/L. Sin embargo, es importante monitorear cuidadosamente la dosificación, ya que el mucílago de café mostró una ligera disminución en su eficiencia a la misma concentración.
2. Es recomendable llevar a cabo un monitoreo regular de la calidad del agua en la laguna Pucush Ucclo. Dado que la concentración inicial de sólidos totales es de 1440 Mg/L, es importante evaluar los niveles de sólidos totales de forma periódica para identificar posibles cambios o tendencias. Además se debe realizar análisis adicionales para evaluar la presencia de otros contaminantes y asegurar que el agua de la laguna cumpla con los estándares de calidad establecidos para su uso y conservación adecuados.
3. Al seleccionar un coagulante para el tratamiento de agua, es importante considerar las características físicas de los coagulantes naturales extraídos de la cáscara de Pitahaya y el mucílago de café. Para aplicaciones que requieren un pH más neutro, el coagulante de la cáscara de Pitahaya con un pH de 6.5 puede ser más adecuado. Además, se debe tener en cuenta el color y la temperatura de los coagulantes, ya que estos aspectos pueden influir en la apariencia y manejo durante el proceso de tratamiento de agua.
4. Es importante tener en cuenta que aumentar la dosis más allá de este punto no proporcionará una mayor eficiencia y podría disminuir los resultados obtenidos. Se sugiere realizar un monitoreo regular de los niveles de sólidos totales para evaluar la efectividad del tratamiento y ajustar la dosificación si es necesario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **UNIDAS, NACIONES.** Naciones Unidas. [En línea]
<https://www.un.org/es/global-issues/water>.
2. **MEXICO, GOBIERNO DE.** GOBIERNO DE MEXICO . [En línea]
[https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/agua-en-el-mundo#:~:text=A%20nivel%20mundial%20se%20estima,son%20agua%20dulce%20\(2.5%25](https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/agua-en-el-mundo#:~:text=A%20nivel%20mundial%20se%20estima,son%20agua%20dulce%20(2.5%25).
3. **QUISPE QUISPE, Edinson.** *Remoción de sólidos suspendidos para mejorar la calidad de agua superficial en el sector Pampilla de la cuenca Azangaro.* Huancayo: s.n., 2021.
4. **BRACK, ANTONIO y CECIL.** *La calidad del agua y la contaminación de las aguas superficiales.* 2006.
5. **TABORDA, Valeria Jacqueline.** *Importancia de la conservación de las lagunas urbanas pampeanas.* 2017. págs. 978-987-575-171-2.
6. **BARRETO PARDO, Juan Sebastian y VARGAS MONCADA, Diana Karina.** *Evaluación de la eficiencia de la semilla de aguacate y mucílago de café como coagulantes naturales en el tratamiento de aguas residuales domésticas.* Bogota D.C : s.n., 2019.
7. **PARRA, Yoselin, et al.** *Clarificación de aguas de alta turbidez empleando el mucílago de opuntia.* Venezuela: Universidad Del Zulia; Ciencias Exactas, 2011.
8. **BARRETO PARDO, Sebastian; VARGAS MONCADA, Karina.** *Evaluación de coagulantes naturales en la clarificación de aguas.* Colombia: *Revista de investigación Agraria y Ambiental, 2019.* Evaluación de coagulantes naturales en la clarificación de aguas.
9. **OTALORA ESPINOSA, Dario; ZULUAGA ORJUELA, Sebastian.** *Evaluación de la capacidad de dos coagulantes naturales para la remoción de cargas contaminantes en el efluente final de la Empresa Textil INRUZZ S.A.S con respecto al coagulante comercial sulfato de aluminio.* Bogota : s.n., 2018.
10. **CENDALES ARÉVALO, Ricardo William, CAÑÓN CELI, Oscar Alejandro.** *Evaluación de la eficiencia del mucílago del café como coagulante frente al cloruro férrico en los procesos de remoción de sólidos suspendidos en el agua.* Bogota : s.n., 2016.
11. **OJEDA BAEZ, Lizabeth Fernanda; LARENAS URIA, Christian Fabricio.** *Determinación de la eficiencia de las características coagulantes y floculantes del *Tropaeolum Tuberosum*, en el tratamiento del agua cruda de la Planta de Puengasí de la EPMAPS.* 2012.
12. **BARRETO PARDO, Juan Sebastian; VARGAS MONCADA, Diana Karina.** *Evaluación de la eficiencia de la semilla de aguacate y mucílago de café como coagulantes naturales en el tratamiento de aguas residuales domésticas.* BOGOTÁ D.C : s.n., 2019.
13. **DEIFILIA CONTRERAS, More.** *Remoción de algas utilizando coagulantes y floculantes en aguas superficiales de la PTAP Curumuy.* Piura: s.n., 2022.
14. **CAMPOS CASTRO HUGO, Santiago.** *Efecto de las semillas de Moringa (*Moringa Oleífera* LAM.) en las condiciones para la clarificación del agua del río Sama.* Chiclayo, Perú : s.n., 2020.

15. **ROJAS SOSA, Johanna Marleny; ROJAS MANA, Erick David.** *Aprovechamiento del mucilago de cacao (Theobroma cacao) en la formulación de una bebida no alcohólica.* Lambayeque – Perú: s.n., 2017.
16. **CASTRO, Duran; EISNTEIN, Diony.** *Efecto de penca de tuna (Opuntia Ficus Indica) con semilla.* HUÁNUCO – Perú: s.n., 2021.
17. **OLIVERA HUAMAN, Deysi.** *Aplicación del coagulante natural aloe vera como tratamiento terciario en la PTAR - Jauja.* Universidad Continental. Huancayo: s.n., 2022.
18. **GONZALES HUAMÁN, Maicol; RIVERA VARGAS, Nadia Soraya.** *Efecto de la dosis y tiempo de floculación en la remoción de partículas coloidales utilizando coagulante Opuntia Ficus- indica como ayudante en el proceso de potabilización de agua.* Huancavelica: s.n., 2019.
19. **VASQUEZ DIMAS, Milka.** *Diseño de la Operación de clarificación empleando la moringa como coagulante y floculante Natural para la reducción de la turbidez del agua.* Huánuco: s.n., 2019.
20. **HUARINGA YUPANQUI, Jelssy Orlando; VILCARANO CASTELLANOS, Daniel José.** *Efectividad del coagulante obtenido de residuos de papa (Solanum tuberosum) en la turbidez para la potabilización del agua.* Huancayo: s.n., 2019.
21. **BARBARÁN-SILVA, Hellen; LÓPEZ-CHÁVEZ, Jhanny; CHICO-RUÍZ, Julio.** *Remoción de la turbiedad de agua con coagulantes naturales obtenidos de semillas de durazno (Prunus persica) y palta (Persea americana).* Trujillo: s.n., 2017.
22. **CALVO ROJAS, Jeison; PELEGRÍN MESA, Arístides; GIL BASULTO, María Saturnina.** *Enfoques teóricos para la evaluación de la eficiencia y eficacia en el primer nivel de atención médica de los servicios de salud del sector público.* Camagüey: s.n., 2018.
23. **CALVO ROJAS, Jeison; PELEGRÍN MESA, Arístides; GIL BASULTO, María Saturnina.** *Enfoques teóricos para la evaluación de la eficiencia y eficacia en el primer nivel de atención médica de los servicios de salud del sector público.* s.l.: SCIELO, 2018.
24. **CAMPOS HUAMAN, Karla.** *Eficiencia del coagulante – floculante tuna (Opuntia).* 2019.
25. **FELICIEN MAZILLE Spuhler(cewas) y Dorothee.** Sustainable Sanitation and. [En línea] <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/tecnologias-de-agua-y-saneamiento/tecnologias-de-abastecimiento-de-agua/coagulaci%C3%B3n%2C-floculaci%C3%B3n-y-separaci%C3%B3n>.
26. **EQUIPO, Flowen.** *Coagulación y floculación en el tratamiento de aguas.* julio 27 de 2022.
27. **LORENZO ACOSTA, Yaniris.** *Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación- floculación ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar.* La Habana : s.n., 2006.
28. **BARRENECHEA MARTEL, Ada.** *CAPITULO 4- COAGULACIÓN.*
29. **ZARZA, Laura.** *iagua. iagua.* [En línea] <https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-superficiales>.
30. **ROTHSCHUH OSORIO, Ulla.** *ECOLOGIA VERDE. ECOLOGIA VERDE.* [En línea] 10 de Junio de 2022. <https://www.ecologiaverde.com/que-son-las-aguas-superficiales-definicion-y-ejemplos-3944.html#:~:text=las%20aguas%20superficiales-,Definici%C3%B3n%20de%20las%20aguas%20superficiales%20y%20sus%20caracter%C3%ADsticas,que%20no%20est%C3%A1n%20bajo%20tierra>.

31. **CAMPOS GOMEZ, Irene.** *Saneamiento Ambiental.* Costa Rica: Universidad estatal a distancia, 2000.
32. **SOLAMUN, Oliver y SCHATTE HURTADO VANDER, Manuel Joan.** *DETERMINACION DE LA CAPACIDAD CLARIFICADORA DEL COAGULANTE NATURAL EXTRAIDO DE LA PAPA.* 2017.
33. **DIAZ, Kelly; NIÑO, Yerly.** Evaluación del comportamiento de materiales. 2018.
34. **VERONA RUIZ, Anggie, URCIA CERNA, Juan y PAUCAR MENACHO, Luz María.** *Pitahaya (Hylocereus spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos.* Trujillo: Scielo, 2020.
35. **DELGADO PAISIG, Patrick Michael y JIBAJA BARBOZA, José Luis.** “Efecto del tiempo de fermentado, tipos de secado y dos tipos de riego en la calidad de café (*coffea arabica* l.) Var. *Catimor*, en nivel altitudinal bajo, en el centro poblado las Naranjas, provincia de Jaen, region Cajamarca.”. Lambayeque-Peru : s.n.
36. **RUIZ, Ramón.** *El método científico y sus etapas.*
37. **BERNAL TORRES, Cesar Augusto.** *Metodología de la investigación.*
38. **HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto y FERNANDEZ COLLADO, Carlos.** *Metodología de la investigacion..* México: McGraw-Hill Education, 2014.
39. **UNIDAS, NACIONES.** *Pas, dignidad e igualdad en un planeta sano.*
40. **NUNEZ, Christina.** *La contaminación del agua constituye una crisis mundial creciente.* s.l. : nationalgeographic, 6 de junio de 2022.
41. *Contaminacion de agua.* **Iberdrola.** 2022.
42. **JIMÉNEZ, Blanca Elena.** La contaminación ambiental en México . 2201.
43. **SILVA, Damian.** Proceso de la coagulación por medio de la agitación de las partículas desestabilizadas que forman grandes partículas estables o aglomerados partículas estables o aglomerados. 2016.
44. **GHAFAI, S, HASNAIN, M. y AKBAR.** Aplicación de la metodología de superficie de respuesta (RSM) para optimizar el tratamiento de coagulación-floculación de lixiviados utilizando policloruro de aluminio (PAC) y alumbre. 2008.
45. *Pitahaya (Hylocereus spp.). Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos.*
46. **HERNÁNDEZ, Roberto, et al.** *Metodología de la investigación.* México : Patria, 2014.
47. **REATEGUI ISLA, Vladimir Antonio.** *CARACTERIZACIÓN REOLÓGICA DEL MUCÍLAGO DEL CAFÉ.* Tingo María – Perú: s.n., 2015.
48. **ACEBO-GONZÁLEZ, Dayana; HERNÁNDEZ- GARCÍA, Armando.** *Los métodos Turbidimétricos y sus aplicaciones.* Ciudad de La Habana, Cuba: s.n., 2013.
49. **MARCÓ, Leandro, et al .** *La turbidez como indicador básico de calidad de aguas.* Argentina: s.n.

50. MARÍN-VELÁSQUEZ, Tomás Darío; ARRIOJAS- TOCUYO, Dany Day Josefina. *Remoción de turbidez de agua mediante.* Lima, Perú: s.n., 2020, Scielo.

51. CEVALLOS COOX, Naomy Nicolle. *Evaluación de la eficacia de coagulantes sintéticos y naturales en el tratamiento de aguas residuales generadas en la producción de harina de pescado.*

52. CARRIZALES CONDORI, Rosali Loren; ENRÍQUEZ NATEROS, Nilo Abelardo. *“DETERMINACIÓN DE LA DOSIS Y CONCENTRACIÓN ÓPTIMA DEL COAGULANTE DE Moringa oleífera EN LA CLARIFICACIÓN DEL AGUA DE LA QUEBRADA TACZANAPAMPA DE LA CIUDAD DE HUANCAMELICA”.* 2019.

ANEXOS

ANEXO 1. *Laguna Pucush Ucclo*



ANEXO 2. *Cultivo de plantaciones agrícolas (maíz, papa, alfalfa. Etc.).*



ANEXO 3. *Obtención de coagulantes pitahaya (pesado)*



ANEXO 4. *obtención de coagulante pitahaya(picado)*



ANEXO 5. *Obtención de mucilago de café (extracción de mucilago)*



ANEXO 6. *Obtención de coagulante pitahaya y mucilago de café (secado)*



ANEXO 7. *Obtención de coagulante pitahaya y mucilago de café (preparación de la solución madre)*



ANEXO 8. *Proceso de tratamiento de coagulantes (Test de Jarras)*



ANEXO 09. Primera Repetición-Cadena de custodia y datos de laboratorio

	AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C	CÓDIGO: LAB-FR-001
	CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO – AGUA Y SUELO	
	VERSION: 01	
F.E: 12/2020		

Cliente: <u>Fernandez Martinez O'Daly</u>	Lugar de muestras: <u>CHUPICO</u>	N° de Informe de ensayo ⁽¹⁾ : <u>AyC-2023-087</u>
RUC:	Proyecto: <u>EFICIENCIA DE COSECHAS NATURALES</u>	
N° de cotización ⁽²⁾ : <u>AyC-2023-338-1</u>	Tel.:	
e-mail:	PARAMETROS ⁽³⁾ :	

N° DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO ⁽⁴⁾	PUNTO DE MONITOREO O CODIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		UBICACIÓN UTM ⁽⁵⁾	MATRIZ ⁽⁶⁾	N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		VOLUMEN TOTAL	ST	OBSERVACIONES
			FECHA (d-m-a)	HORA (24:00)			P	V			
H-23218		TRATAMIENTO-0	09/10/23	7:30	AS	1	1	1L	X		
H-23219		PTAMANA-20	09/10/23	8:00	AS	1	1	1L	X		
H-23220		PTAMANA-40	09/10/23	8:30	AS	1	1	1L	X		
H-23221		PTAMANA-60	09/10/23	9:00	AS	1	1	1L	X		
H-23222		Huelgo-20	09/10/23	9:30	AS	1	1	1L	X		
H-23223		Huelgo-40	09/10/23	10:00	AS	1	1	1L	X		
H-23224		Huelgo-60	09/10/23	10:30	AS	1	1	1L	X		
TOTAL											

- (1) Campo exclusivo para el laboratorio.
 (2) Parámetro según requerimiento del cliente.
 (3) Tomar las correspondientes UTM utilizando un GPS.
 (4) AP(Agua Potable); AR(Agua Residual); AS(Agua Superficial); AT(Agua Subterránea); AM(Agua de Mar); AL(Agua Pluvial); EF(Efluente); VE(Vertiente); SE(Sedimentos); BV(Banco Vaseo); DP(Duplicado); BC(Banco de Campo).

DATOS		MUESTREO POR ANALISTA DE CAMPO		RESPONSABLE O SUPERVISOR EN CAMPO		LABORATORIO – RECEPCIÓN DE MUESTRAS	
NOMBRES Y APELLIDOS: <u>Fernandez Martinez O'Daly</u>						MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS	
FIRMA:						TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO	
						MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO	
OBSERVACIONES:						DE ANÁLISIS	
						CONSERVACIÓN DE MUESTRAS	
						FRIO: <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE: _____	
						Monitoreado por: <input checked="" type="checkbox"/> Cliente: <input checked="" type="checkbox"/>	

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas - Huayracachi
 Cel.: 998900666 – 95600691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe

AyC-2023-140



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C."

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-2023-087

NOMBRE DEL CLIENTE	: FERNANDEZ MARTINEZ ODALIZ.
DOMICILIO LEGAL	: NO DECLARA.
SOLICITADO POR	: FERNANDEZ MARTINEZ ODALIZ.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: EFICIENCIA DE COAGULANTES NATURALES.
PROCEDENCIA	: CHUPACA.
ORDEN DE SERVICIO N°	: ALJOS - 2023 - 140.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 07 FRASCOS DE PLÁSTICO.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 09/10/2023.
PERIODO DE ENSAYO	: 09/10/2023 - 12/10/2023.
TOMA DE MUESTRA	: POR EL CLIENTE.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
TRATAMIENTO - 0	M-23218	-----	-----	09/10/2023	07:30 a.m.	Agua Superficial
PITAHAYA 20 mg/L	M-23219	-----	-----	09/10/2023	08:00 a.m.	Agua Superficial
PITAHAYA 40 mg/L	M-23220	-----	-----	09/10/2023	08:30 a.m.	Agua Superficial
PITAHAYA 60 mg/L	M-23221	-----	-----	09/10/2023	09:00 a.m.	Agua Superficial
MUCILAGO 20 mg/L	M-23222	-----	-----	09/10/2023	09:30 a.m.	Agua Superficial
MUCILAGO 40 mg/L	M-23223	-----	-----	09/10/2023	10:00 a.m.	Agua Superficial
MUCILAGO 60 mg/L	M-23224	-----	-----	09/10/2023	10:30 a.m.	Agua Superficial

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:



Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Sólidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed.2017	Total, Solids Dried at 103-105 ° C

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
Ing. Arroyave Espinoza Cobarral
JEFE DE LABORATORIO
0974-175212

LAE-FR-004 VERSIÓN 02 / F.E. 01/2022

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 18 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 - Chilca - Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril 5/N - Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-2023-087

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
TRATAMIENTO - 0	Sólidos Totales	1440	mg/L

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
PITAHAYA 20 mg/L	Sólidos Totales	268	mg/L
PITAHAYA 40 mg/L	Sólidos Totales	227	mg/L
PITAHAYA 60 mg/L	Sólidos Totales	212	mg/L
MUCILAGO 20 mg/L	Sólidos Totales	330	mg/L
MUCILAGO 40 mg/L	Sólidos Totales	298	mg/L
MUCILAGO 60 mg/L	Sólidos Totales	311	mg/L



Huancayo, 12 de Octubre del 2023

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.

Ing. Irvin H. Laurente Godina
JEFE DE LABORATORIO
CIP # 116912

LAB-FR-004 VERSIÓN 02/ F.E: 01/2022

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adufteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública, Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un período máximo de 15 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N – Barrio Chanchas – Huayucachi
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lah@ambientallaboratorios.com.pe

ANEXO 10. Segunda Repetición-Cadena de custodia y datos de laboratorio

	AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C	CÓDIGO: LAB-FR-001
	CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO – AGUA Y SUELO	VERSION: 01
		F.E: 12/2020

Cliente: <i>Fernandez Martinez Odaly</i>	Lugar de muestreo: <i>CHUPACA</i>	N° de informe de ensayo (1): <i>14/05-2023-088</i>
RUC:	Proyecto: <i>EFICIENCIA DE CUEULANES NATURALES</i>	
N° de cotización (2): <i>14/05-2023-338-1</i>		
e-mail:	Tel.:	

N° DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO (1)	PUNTO DE MONITOREO O CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		MATRIZ (3)	UBICACIÓN UTM (4)	N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		VOLUMEN TOTAL	OBSERVACIONES	
			FECHA (d-m-a)	HORA (24:00)			P	V			
<i>H-23225</i>	<i>BOTANAYLA-20</i>	<i>09/10/23</i>	<i>11:00</i>	<i>AS</i>	<i>—</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1L</i>	<i>X</i>		
<i>H-23226</i>	<i>BOTANAYLA-20</i>	<i>09/10/23</i>	<i>11:30</i>	<i>AS</i>	<i>—</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1L</i>	<i>X</i>		
<i>H-23227</i>	<i>BOTANAYLA-60</i>	<i>09/10/23</i>	<i>12:30</i>	<i>AS</i>	<i>—</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1L</i>	<i>X</i>		
<i>H-23228</i>	<i>MUCHAGO-20</i>	<i>09/10/23</i>	<i>13:00</i>	<i>AS</i>	<i>—</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1L</i>	<i>X</i>		
<i>H-23229</i>	<i>MUCHAGO-40</i>	<i>09/10/23</i>	<i>13:30</i>	<i>AS</i>	<i>—</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1L</i>	<i>X</i>		
<i>H-23230</i>	<i>MUCHAGO-60</i>	<i>09/10/23</i>	<i>14:00</i>	<i>AS</i>	<i>—</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1L</i>	<i>X</i>		
TOTAL											

(1) Campo exclusivo para el laboratorio.
 (2) Parámetros según requerimiento del cliente.
 (3) Tomar las coordenadas UTM utilizando un GPS.
 (4) AS(Agua Potable); AR(Agua Residual); AS(Agua Superficial); AT(Agua Subterránea); AM(Agua de Mar); AL(Agua Pluvial); EF(Efluente); VE(Ventilación); BE(Sedimento); BV(Blanco-Vajetas); DP(Duplicado); BC(Blanco de Campo).

DATOS		MUESTREO POR ANALISTA DE CAMPO		RESPONSABLE O SUPERVISOR EN CAMPO		LABORATORIO – RECEPCIÓN DE MUESTRAS	
NOMBRES Y APELLIDOS: <i>Fernandez Martinez Odaly</i>						MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS	
FIRMA:						TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO	
						MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANALISIS	
OBSERVACIONES:						CONSERVACIÓN DE MUESTRAS	
						FRIO: <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE:	



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-2023-088

NOMBRE DEL CLIENTE : FERNANDEZ MARTINEZ ODALIZ.
DOMICILIO LEGAL : NO DECLARA.
SOLICITADO POR : FERNANDEZ MARTINEZ ODALIZ.
REFERENCIA DEL CLIENTE : EFICIENCIA DE COAGULANTES NATURALES.
PROCEDENCIA : CHUPACA.
ORDEN DE SERVICIO N° : AL/OS - 2023 - 140.
CANTIDAD DE MUESTRAS : 06 FRASCOS DE PLÁSTICO.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 09/10/2023.
PERIODO DE ENSAYO : 09/10/2023 - 12/10/2023.
TOMA DE MUESTRA : POR EL CLIENTE.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
PITAHAYA 20 mg/L	M-23225	-----	-----	09/10/2023	11:00 a.m.	Agua Superficial
PITAHAYA 40 mg/L	M-23226	-----	-----	09/10/2023	11:30 a.m.	Agua Superficial
PITAHAYA 60 mg/L	M-23227	-----	-----	09/10/2023	12:30 p.m.	Agua Superficial
MUCILAGO 20 mg/L	M-23228	-----	-----	09/10/2023	13:00 p.m.	Agua Superficial
MUCILAGO 40 mg/L	M-23229	-----	-----	09/10/2023	13:30 p.m.	Agua Superficial
MUCILAGO 60 mg/L	M-23230	-----	-----	09/10/2023	14:00 p.m.	Agua Superficial

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Sólidos Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 B, 23rd Ed 2017	Total, Solids Dried at 103-105 ° C



LAB-FR-004 VERSIÓN 02/ F. E. 01/2022

LABORATORIO S.A.C.
Ing. Evelyn E. Lorente Galarza
JEFE DE LABORATORIO
DIP Nº 175612

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública, Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 15 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación.
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 - Chilco - Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N - Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-2023-088

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
PITAHAYA 20 mg/L	Sólidos Totales	265	mg/L
PITAHAYA 40 mg/L	Sólidos Totales	229	mg/L
PITAHAYA 60 mg/L	Sólidos Totales	214	mg/L
MUCILAGO 20 mg/L	Sólidos Totales	334	mg/L
MUCILAGO 40 mg/L	Sólidos Totales	295	mg/L
MUCILAGO 60 mg/L	Sólidos Totales	312	mg/L



Huancayo, 12 de Octubre del 2023

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
[Firma]
Ing. Irvin Lauro Galvarri
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 175412

LAB-FR-004 VERSIÓN 02/ F.E.: 01/2022

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública, Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 15 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación.
Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 651 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril 5/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 998900666 - 95600691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe

ANEXO 11. Tercera Repetición-Cadena de custodia y datos de laboratorio

		AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO – AGUA Y SUELO				CÓDIGO: LAB-FR-001 VERSION: 01 F.E: 12/2020					
Cliente:	Ferretería Martínez Obaldiz		Lugar de muestreo:	CAJUPED		N° de informe de ensayo (1):		14/FE-2023-089			
RUC:			Proyecto:	EFICIENCIA DE CODICULANTES NATURALES							
N° de cotización (2)	14/COT-2023-338-1										
e-mail:			Tel.:								
			PARAMETROS(3)								
N° DE MUESTRA	CÓDIGO DE LABORATORIO(1)	PUNTO DE MONITOREO ó CODIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		MANTEN(4)	UBICACIÓN UTM (5)	N° DE FRASCOS POR PUNTO DE MUESTREO		VOLUMEN TOTAL	ST	OBSERVACIONES
			FECHA (d-m-a)	HORA (24:00)			F	V			
M-23231	BETAHAYO-20	09/10/23	14:30	AS		1	1	1L	X		
M-23232	BETAHAYO-40	09/10/23	15:00	AS		1	1	1L	X		
M-23233	BETAHAYO-60	09/10/23	15:30	AS		1	1	1L	X		
M-23234	HUACUACO-20	09/10/23	16:00	AS		1	1	1L	X		
M-23235	HUACUACO-40	09/10/23	16:30	AS		1	1	1L	X		
M-23236	HUACUACO-60	09/10/23	17:00	AS		1	1	1L	X		
TOTAL											
										PH>8	PRESERVACION
										PH<8	
										OTROS	

(1) Campo exclusivo para el laboratorio.
 (2) Parámetros según requerimiento del cliente.
 (3) Tomar las coordenadas UTM utilizando un GPS.
 (4) F(Agua Potable); A(R Agua Residual); AS(Agua Superficial); AT(Agua Subterránea); AM(Agua de Mar); AL(Agua Pluvial); EF(Eructa); VE(Vermientos); SE(Sedimentos); BV(Blanco Viajero); DF(Duplicado); BC(Blanqueo de Campo).

DATOS		MUESTREO POR ANALISTA DE CAMPO		RESPONSABLE O SUPERVISOR EN CAMPO		LABORATORIO – RECEPCIÓN DE MUESTRAS	
NOMBRES Y APELLIDOS:		Ferretería Martínez Obaldiz				MUESTRAS RECIBIDAS INTACTAS	
FIRMA:						TIPO DE RECIPIENTE ADECUADO	
						MUESTRAS DENTRO DEL PERIODO DE ANÁLISIS	
OBSERVACIONES:						CONSERVACIÓN DE MUESTRAS	
						FRIO: <input checked="" type="checkbox"/> AMBIENTE:	

Monitoreado por: 

Ofticia principal: Av. Ferrocarril N° 661 – Chilca – Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril 5/N – Barrio Chanchas - Huayucachi
 Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe

14/05-2023-140



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-2023-089

NOMBRE DEL CLIENTE	: FERNANDEZ MARTINEZ ODALIZ
DOMICILIO LEGAL	: NO DECLARA.
SOLICITADO POR	: FERNANDEZ MARTINEZ ODALIZ.
REFERENCIA DEL CLIENTE	: EFICIENCIA DE COAGULANTES NATURALES.
PROCEDENCIA	: CHUPACA.
ORDEN DE SERVICIO N°	: AL/OS - 2023 - 140.
CANTIDAD DE MUESTRAS	: 06 FRASCOS DE PLÁSTICO.
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	: 09/10/2023.
PERIODO DE ENSAYO	: 09/10/2023 - 12/10/2023.
TOMA DE MUESTRA	: POR EL CLIENTE.
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	: LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL MONITOREO:

Código del Cliente	Código de Laboratorio	Coordenadas		Fecha de Monitoreo	Hora de Monitoreo	Producto Declarado
		Este	Norte			
PITAHAYA 20 mg/L	M-23231	-----	-----	09/10/2023	14:30 p.m.	Agua Superficial
PITAHAYA 40 mg/L	M-23232	-----	-----	09/10/2023	15:00 p.m.	Agua Superficial
PITAHAYA 60 mg/L	M-23233	-----	-----	09/10/2023	15:30 p.m.	Agua Superficial
MUCILAGO 20 mg/L	M-23234	-----	-----	09/10/2023	16:00 p.m.	Agua Superficial
MUCILAGO 40 mg/L	M-23235	-----	-----	09/10/2023	16:30 p.m.	Agua Superficial
MUCILAGO 60 mg/L	M-23236	-----	-----	09/10/2023	17:00 p.m.	Agua Superficial

II. METODOLOGÍA DE ENSAYO:



Ensayo	Método de Referencia	Descripción
Sólidos Totales	SMFVW-APHA-AWWA-WFF Part 2540 B, 23rd Ed.2017	Total, Solids Dried at 103-105 ° C

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.

José María H. Lozano Galarza
JEFE DE LABORATORIO
DIP N° 175H12

LAB-PR-004 VERSIÓN 02/ F. E. 01/2022

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un período máximo de 15 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 1 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 - Chilca - Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril 5/N - Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe



LABORATORIO DE ENSAYOS "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C."

INFORME DE ENSAYO N° AL/IE-2023-089

III. RESULTADOS:

Código del Cliente	Ensayo	Resultado	Unidad
PITAHAYA 20 mg/L	Sólidos Totales	270	mg/L
PITAHAYA 40 mg/L	Sólidos Totales	230	mg/L
PITAHAYA 60 mg/L	Sólidos Totales	209	mg/L
MUCILAGO 20 mg/L	Sólidos Totales	334	mg/L
MUCILAGO 40 mg/L	Sólidos Totales	299	mg/L
MUCILAGO 60 mg/L	Sólidos Totales	315	mg/L



Huancayo, 12 de Octubre del 2023

AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C.
Ing. Irvinthelma Cordero Colarzo
JEFE DE LABORATORIO
CIP N° 175912

LAB-PR-004 VERSIÓN 02/ F. E.: 01/2022

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública. Está prohibido la reproducción parcial o total salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C. Las muestras serán conservadas en un periodo máximo de 15 días de haber ingresado al laboratorio, excedido el tiempo se procede a su eliminación. Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Página 2 de 2

Oficina principal: Av. Ferrocarril N° 661 - Chilca - Huancayo. Laboratorio: Av. Ferrocarril S/N - Barrio Chanchas - Huayucachi
Cel.: 998900666 - 956000691 Email: ambiental.lab@ambientallaboratorios.com.pe