



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Eficiencia de *Echinopsis pachanoi* y *Colocasia esculenta* como
coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas
turbias

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Castillo Zelaya, Erick David (orcid.org/0000-0003-3192-9931)

Torres Gutierrez, Karol Magnolia (orcid.org/0000-0001-7604-3478)

ASESOR:

Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto (orcid.org/0000-0002-8683-5054)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

Dedicatoria

A Dios y a nuestros padres, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios que hicieron posible este logro académico.

Agradecimiento

A la universidad César Vallejo y a la escuela profesional de Ingeniería Ambiental por el apoyo que nos brindaron durante el desarrollo de esta investigación.

Al Dr. Carlos Alberto Castañeda Olivera, por la paciencia y el tiempo que nos dedicó en el Desarrollo del Proyecto de Investigación, contribuyéndonos con sus enseñanzas y conocimientos en nuestra formación profesional.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CASTAÑEDA OLIVERA CARLOS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Eficiencia de Echinopsis pachanoi y Colocasia esculenta como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias", cuyos autores son TORRES GUTIERREZ KAROL MAGNOLIA, CASTILLO ZELAYA ERICK DAVID, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 12 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA DNI: 42922258 ORCID: 0000-0002-8683-5054	Firmado electrónicamente por: CCASTANEDAOL el 12-12-2023 21:36:56

Código documento Trilce: TRI - 0694399





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, TORRES GUTIERREZ KAROL MAGNOLIA, CASTILLO ZELAYA ERICK DAVID estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Eficiencia de Echinopsis pachanoi y Colocasia esculenta como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
KAROL MAGNOLIA TORRES GUTIERREZ DNI: 73418267 ORCID: 0000-0001-7604-3478	Firmado electrónicamente por: KTORRESGU el 12-12-2023 12:13:50
ERICK DAVID CASTILLO ZELAYA DNI: 73427320 ORCID: 0000-0003-3192-9931	Firmado electrónicamente por: ECASTILLOZ el 12-12-2023 11:59:04

Código documento Trilce: TRI - 0694400



Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad de los autores.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	ix
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización	11
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimiento	13
3.6. Método de análisis de datos	29
3.7. Aspectos éticos	29
IV. RESULTADOS.....	30
V. DISCUSIÓN	44
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS	54
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Toma de muestra del agua contaminada	14
Tabla 2. Obtención de la harina del San pedro	16
Tabla 3. Obtención del almidón de <i>Echinopsis pachanoi</i>	18
Tabla 4. Determinación de las condiciones de trabajo de los agentes coagulantes y floculantes.....	22
Tabla 5. Configuración del equipo de test de jarras	23
Tabla 6. Determinación de pH óptimo para <i>Echinopsis pachanoi</i>	23
Tabla 7. Determinación de pH para <i>Colocasia esculenta</i>	23
Tabla 8. Condiciones de trabajo para <i>Echinopsis pachanoi</i>	24
Tabla 9. Condiciones de trabajo para <i>Colocasia esculenta</i>	24
Tabla 10. Criterios de prueba con pH óptimo y concentración óptima para <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Colocasia esculenta</i>	24
Tabla 11. Modelos cinéticos químicos utilizados.....	27
Tabla 12. Condiciones de trabajo de los coagulantes y floculantes naturales y los parámetros a evaluar.....	28
Tabla 13. Parámetros de las muestras iniciales de aguas turbias artificiales	30
Tabla 14. Criterios considerados para determinar el pH óptimo para trabajar con el biocoagulante	30
Tabla 15. Criterios considerados para determinar el pH óptimo para trabajar con el biofloculante.....	31
Tabla 16. Condiciones de trabajo para determinar la dosis óptima de <i>Echinopsis pachanoi</i>	32
Tabla 17. Condiciones de trabajo para determinar la dosis óptima de <i>Colocasia esculenta</i>	32
Tabla 18. Eficacia de los agentes coagulante / floculante.....	33
Tabla 19. Remoción de sólidos suspendidos totales.....	34

Tabla 20. Remoción de sólidos disueltos totales.....	35
Tabla 21. Prueba de normalidad.....	36
Tabla 22. Prueba T de Student para el pH óptimo del coagulante San Pedro en el Tratamiento de Aguas Turbias.....	37
Tabla 23. Prueba T de Student para el pH óptimo del floculante Uncucha en el Tratamiento de Aguas Turbias.....	38
Tabla 24. Prueba T de Student para la dosis óptima del coagulante San Pedro en el Tratamiento de Aguas Turbias.....	38
Tabla 25. Prueba T de Student para la dosis óptima del floculante Uncucha en el Tratamiento de Aguas Turbias.....	39
Tabla 26. Prueba T de Student para la combinación del coagulante San Pedro y el floculante Uncucha en el tratamiento de aguas turbias.....	40
Tabla 27. Prueba T de Student para los niveles de SST en el tratamiento de aguas turbias con San Pedro y Uncucha.....	41
Tabla 28. Prueba T de Student para los niveles de SDT en el tratamiento de aguas turbias con San Pedro y Uncucha.....	41
Tabla 29. Resultados de cinética de remoción de turbidez.....	42

Índice de figuras

Figura 1. Procedimiento de la investigación.....	13
Figura 2. Obtención de muestra de la <i>Echinopsis pachanoi</i>	15
Figura 3. a) Remoción de espinas b) Troceado del San pedro	15
Figura 4. Obtención de harina de San pedro: a) Secado b) Triturado.....	16
Figura 5. Obtención de muestra de la <i>Colocasia esculenta</i>	17
Figura 6. a) Lavado b) Troceado de Uncucha	17
Figura 7. Obtención de almidón de Uncucha: a) Secado b) Triturado.....	19
Figura 8. Determinación de humedad: a) Secado	20
Figura 9. Determinación de cenizas: a) Calcinado	21
Figura 10. Preparación de solución madre: a) Muestra de <i>Colocasia</i> <i>esculenta</i> b) Muestra de <i>Echinopsis pachanoi</i>	22
Figura 11. Ensayo de test de jarras	25
Figura 12. Muestras de agua tratada.....	28
Figura 13. Obtención de coágulos y flóculos de la remoción de la turbidez: a) coágulos del San pedro b) flóculos de la Uncucha	34

Resumen

Una de las operaciones más eficaces para separar y eliminar los sólidos suspendidos del agua es la coagulación y floculación, utilizándose comúnmente el sulfato de aluminio que tiene un impacto económico y ambiental significativo. Por ello, el objetivo de esta investigación fue evaluar la eficiencia de *Echinopsis pachanoi* (San pedro) y *Colocasia esculenta* (Uncucha) como coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias. El San pedro y Uncucha se utilizaron en diferentes dosis (25, 50, 75 y 100 mg/L) en función de diferentes valores de pH (4, 6, 7, 8 y 10) y en un tiempo de sedimentación de 45 min. Los resultados demostraron que la harina del San pedro logró una remoción del 99.65% de la turbidez, 99.28% de sólidos suspendidos totales (SST) y 99.32% de sólidos disueltos totales (SDT), con una dosificación de 50 mg/L y a pH 7. Mientras que, el almidón de Uncucha obtuvo una remoción del 99.55% de la turbidez, 98.86% de SST y 99.07% de SDT, con una dosificación de 75 mg/L y a pH 8. Finalmente, se concluye que ambos agentes biocoagulantes y biofloculantes presentan una eficiencia significativa en la remoción de turbidez, y podían ser utilizados en escala industrial.

Palabras clave: Coagulante, floculante, *echinopsis pachanoi*, *colocasia esculenta*, remoción de turbidez.

Abstract

One of the most effective operations to separate and remove suspended solids from water is coagulation and flocculation, commonly using aluminum sulfate, which has a significant economic and environmental impact. Therefore, the objective of this research was to evaluate the efficiency of *Echinopsis pachanoi* (San pedro) and *Colocasia esculenta* (Uncucha) as natural coagulants and flocculants in the treatment of turbid water. San pedro and Uncucha were used at different doses (25, 50, 75 and 100 mg/L) in function of different pH values (4, 6, 7, 7, 8 and 10) and a sedimentation time of 45 min. The results showed that the San pedro flour achieved a 99.65% removal of turbidity, 99.28% of total suspended solids (TSS) and 99.32% of total dissolved solids (TDS), with a dosage of 50 mg/L and at pH 7. 55% of turbidity, 98.86% of TSS and 99.07% of TDS, with a dosage of 75 mg/L and at pH 8. Finally, it is concluded that both biocoagulant and bioflocculant agents present a significant efficiency in the removal of turbidity, and could be used on an industrial scale.

Keywords: coagulant, flocculant, *Echinopsis pachanoi*, *Colocasia esculenta*, turbidity removal.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel global, alrededor del 80 % de las aguas residuales no son sometidas a tratamiento, lo cual implica que solo el 20 % de ellas reciben tratamiento. En los países desarrollados solamente se trata el 70 % de sus aguas residuales, mientras que, en los países con índice de desarrollo medio únicamente se trata el 38 % y en los países subdesarrollados solamente se trata el 8 % (UNESCO, 2017).

En Pakistán, la escasez y la falta de tratamiento del agua tienen un impacto crítico en varios aspectos vitales del país, una de ellas es la salud pública, que se ve amenazada por problemas de higiene y saneamiento del agua, lo que presentó un aumento exponencial de enfermedades que fueron transmitidas por el consumo de aguas turbias (Qamar et al., 2022). Además, Qamar et al. (2022) mencionan que, en el 2017, se reportaron 2,5 millones de muertes por diarrea, siendo el 40% de los fallecidos por ingesta de agua contaminada que tenía presencia de materia fecal y orgánica, microbios, toxinas metálicas, desechos industriales y domésticos y además altas concentraciones de sólidos en el agua.

Lima, al igual que muchas otras ciudades en el mundo, enfrenta graves problemas de turbidez en su suministro de agua potable. Esta turbidez proviene de diversas fuentes, como la erosión del suelo, la escorrentía urbana, la construcción, la agricultura y la descarga de aguas residuales sin tratar, afectando la calidad del agua, lo que representa una amenaza para la salud debido a la presencia de microorganismos y sustancias contaminantes. Además, dificulta el proceso de tratamiento del agua al interferir con la coagulación y la floculación, complicando la eliminación de impurezas (Cardenas y Santos, 2022).

En Perú, existe una alta demanda y limitada disponibilidad de agua, que se debe a diversos factores como el incremento de la población, la contaminación de las fuentes de agua e inoperatividad de algunas plantas de tratamiento de aguas residuales, generando la escasez del recurso hídrico. Según lo establecido en el Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015 elaborado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2011), solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública destinada al tratamiento de agua a nivel

nacional; sin embargo, la contaminación del recurso hídrico va en aumento (Díaz, 2021). Dadas estas circunstancias, es necesario tratar los efluentes residuales con el fin de crear nuevas fuentes de suministro de agua, que sirva para aliviar la presión sobre las fuentes naturales de agua ya existentes y mejorar la calidad de los cuerpos de agua receptores, reduciendo los efectos negativos sobre el medio ambiente (Pauca e Iturregui, 2020).

Uno de los tratamientos más eficaces es la de coagulación y floculación, que sirve para separar y eliminar los sólidos suspendidos en el agua. Para realizar este proceso es indispensable agregar un aditivo químico convencional que cumpla el rol de coagulante. Sin embargo, el empleo de estos aditivos conlleva ciertas desventajas, como la inversión económica y su notable influencia en el nivel de acidez del agua sometida a tratamiento (Ang y Mohammad, 2020).

El sulfato de aluminio es el coagulante más utilizado en el tratamiento de aguas turbias. No obstante, su empleo tiene un impacto económico y ambiental significativo; además, el uso de este coagulante genera grandes cantidades de lodos residuales que presentan desafíos en su tratamiento (Mesa-Leones et al., 2018). Asimismo, la presencia de niveles elevados de aluminio residual en las aguas tratadas genera preocupaciones para la salud pública, ya que investigaciones médicas en Inglaterra han establecido que, las concentraciones de aluminio en el agua que superan los 0,110 mg/L, generan un incremento de 1,5 veces el riesgo de desarrollar el síndrome de Alzheimer (Alkaya, Demirci y Sevik 2021).

Por consiguiente, en virtud de lo expuesto previamente, se ha planteado el siguiente problema general: ¿Cuál es la eficiencia de *Echinopsis pachanoi* y *Colocasia esculenta* como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias?, y como problemas específicos: ¿Cuáles son los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos tanto inicialmente como después del tratamiento?, ¿Cuáles son las propiedades químicas y físicas de *Echinopsis pachanoi* y *Colocasia esculenta* como agentes coagulantes y floculantes?, ¿Cuál es el pH óptimo de los coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias?, ¿Cuál es la dosis óptima de coagulantes y floculantes naturales en

el tratamiento de aguas turbias? y ¿Cuál es la cinética de remoción de turbidez utilizando los coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias?.

El vertido de residuos líquidos representa un problema ambiental relevante en varios lugares de la sociedad. Por lo tanto, con la elaboración de esta investigación, se busca reducir la concentración inicial de contaminantes ambientales en el agua, preservar los recursos naturales, proteger los ecosistemas acuáticos y terrestres, y promover prácticas de tratamiento de aguas residuales más sostenibles en beneficio del medio ambiente. Además, justifica su relevancia social, ya que el tratamiento adecuado de las aguas residuales utilizando coagulantes y floculantes naturales disminuye el riesgo de contraer enfermedades transmitidas a través del agua, mejorando así la salud y el bienestar de la población. También se justifica económicamente, ya que el uso de coagulantes y floculantes naturales puede ser más rentable en comparación con los productos químicos sintéticos, dado que suelen ser más accesibles y disponibles localmente.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se planteó como objetivo general evaluar la eficiencia de *Echinopsis pachanoi* (San pedro) y *Colocasia esculenta* (Uncucha) como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias. Del mismo modo, los objetivos específicos son: determinar los niveles de concentración de los parámetros fisicoquímicos tanto inicialmente como después del tratamiento, caracterizar las propiedades químicas y físicas de *Echinopsis pachanoi* y *Colocasia esculenta* como agentes coagulantes y floculantes, determinar el pH óptimo de los coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias, determinar la dosis óptima de coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias, y determinar la cinética de remoción de turbidez utilizando los coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias.

Por lo tanto, se plantea la siguiente hipótesis: los agentes naturales pueden eliminar contaminantes ambientales, tales como la turbidez, SST y SDT con una eficiencia igual o superior a la de los métodos tradicionales.

II. MARCO TEÓRICO

La Organización Panamericana de Salud (2022) señala que existen tres tipos de contaminación a los cuerpos acuíferos: la primera es la contaminación microbiológica, provocada por la presencia de microorganismos como las bacterias y virus, entre otros microorganismos; la segunda es la contaminación química, que se produce debido a la presencia de compuestos como los metales, sales, entre otros y el tercero es la contaminación física, que se produce debido a la presencia de líquidos insolubles. Es crucial señalar que estos tres contaminantes pueden proceder de fuentes naturales o antropogénicas y propagarse mediante el agua (García, 2021).

Se emplean frecuentemente varios coagulantes en las plantas de tratamiento de aguas residuales, los cuales se dividen en coagulantes de polímeros orgánicos (o biocoagulantes), inorgánicos y sintéticos. Los elementos inorgánicos más comunes en el proceso químico de coagulación-floculación son el sulfato de aluminio y el policloruro de aluminio (PAC) (Bouchareb et al., 2020). Sin embargo, estos generan impactos económicos y ambientales debido a la generación de una gran cantidad de lodos de desecho, los cuales presentan dificultades en su tratamiento. Además, estos lodos residuales resultan en tierras inertes no aptas para la agricultura. La presencia de niveles elevados de aluminio residual en el agua tratada representa un riesgo para la salud pública, ya que cantidades significativas pueden contribuir al desarrollo del síndrome de Alzheimer (Choque-Quispe et al., 2018).

La coagulación se define como un conjunto de fenómenos fisicoquímicos que generan una suspensión estable de partículas coloidales en solución, lo que conduce a su separación en dos fases distintas, previa la incorporación de especies que desempeñan el papel de coagulantes. Por otro lado, la floculación es el proceso mediante el cual se agregan floculantes para formar flóculos mediante la agregación de partículas desestabilizadas, lo que propicia la clarificación del sistema de agua, ya sea en términos de clarificación (Gaayda et al., 2021).

A lo largo de los años se han llevado a cabo investigaciones que buscan el uso de sustancias orgánicas, como las plantas y microorganismos, como

alternativas a los coagulantes/floculantes químicos convencionales para el tratamiento de aguas. La *Colocasia esculenta* es conocida con otros nombres en diferentes partes del mundo, en los países de América Latina como, México se conoce con el nombre de macal, en Honduras como quiscamote, en Costa Rica como tiquisque, en Panamá como otó, en Venezuela como okumo, en Perú como Uncucha o pituca, en Bolivia como gualuza, en Colombia como malanga o taro, en Cuba como malangay, en República Dominicana como yautía, en Brasil como taioba, mangareto, mangarito, mangarás y en otras regiones como tannia o cocoyam (Hernández y León, 1994). Es una planta herbácea, pertenece a la familia Araceae, originaria del sudeste asiático y cultivada en regiones tropicales y subtropicales alrededor del mundo (Mitharwal et al., 2022).

Otra planta que se ha investigado para sustituir los coagulantes y floculantes inorgánicos o sintéticos es la *Echinopsis pachanoi*, conocida en Perú como cactus San Pedro o Achuma. Según la revisión efectuada por Ostolaza en el año 2011, se estima que existen 262 especies diferentes en la familia, distribuidas en 39 géneros. La presencia de estas especies se localiza principalmente en las regiones mesoandinas y de matorral desértico, desde el nivel del mar hasta los 4000 metros sobre el nivel del mar, en la vertiente occidental de los Andes peruanos (León et al., 2006).

Acosta (2021) evaluó el almidón nativo de malanga (*Colocasia esculenta*) como un floculante natural para mejorar la eficiencia del proceso y reducir la necesidad de utilizar agentes metálicos para la potabilización de aguas turbias. Utilizando un floculante sintético como el sulfato de aluminio la dosis óptima fue 24 mg/L. Sin embargo, al agregar 0.5 mg/L de almidón, la dosis óptima de sulfato de aluminio se redujo a 12 mg/L, manteniendo eficiencias similares en la eliminación de impurezas. Se obtuvieron eficiencias de remoción de turbiedad del 93.1 % y de color del 94.7 %.

Similarmente, Shende y Chidambaram (2023) compararon el uso de un biofloculante derivado de cocoyam (*Colocasia Antiquorum*) con un floculante químico en la remoción de diversos contaminantes presentes en efluentes de curtiduría y aguas residuales de tintes sintéticos. Con el biofloculante se lograron tasas de remoción significativamente altas para contaminantes como SST (85.5%),

SDT (76.2%), DBO (74%), DQO (50.5%), sulfato (54.4%), nitrato (52%), plomo (65%), cromo (60%) y níquel (57.9%), utilizando una dosis de 8 mg/L en pH 6. Además, demostraron que el biofloculante de cocoyam fue efectivo en la eliminación de los colorantes de aguas residuales de tintes sintéticos, como el naranja de metilo (73%), safranina (73%) y azul de metileno (72%), incluyendo metales pesados.

Del mismo modo, Mejía (2023) determinó el impacto de la concentración y tiempo de contacto del coagulante de cactus San Pedro en la eliminación de la materia orgánica de aguas del Río Reque en Chiclayo. Los resultados indicaron que la concentración de 20 ppm durante 15 min mostró una alta eficiencia en la eliminación de turbidez (96.98%), conductividad eléctrica (44.4%) y SDT (44.4%). Aunque el pH aumentó ligeramente de 7.5 a 7.78, pero se mantuvo dentro de los estándares de calidad ambiental.

De igual manera, Villanueva (2019) evaluó los mucílagos deshidratados de tuna y San Pedro en el proceso de clarificación de agua turbia que tenían una turbidez en rango de 500 a 1000 NTU, concentraciones de 0.75, 1 y 1.25 g/L. Los resultados mostraron que la dosis de 1.25 g/L alcanzó una remoción del 62% al 90% con la tuna y del 60% al 78% con el San Pedro.

Choque (2021) examinó la capacidad clarificadora de dos tipos de cactáceas, Nopal (*Opuntia ficus*) y San Pedro (*Echinopsis pachanoi*), que fueron deshidratadas y pulverizadas. La muestra tratada consistió en una solución de agua potable con caolín al 0,15%. Se llevaron a cabo pruebas utilizando diferentes dosis de coagulantes (30, 50 y 70 mg/L), velocidades de agitación (30 y 40 RPM). Los resultados señalaron que el Nopal presentó una remoción más alta del 99,35%, utilizando una dosis de 70 mg/L y una velocidad de agitación de 30 RPM, mientras que, el San Pedro mostró una remoción del 98,50% con una dosis de 30 mg/L y una velocidad de agitación de 30 RPM, demostrando una menor tasa de remoción.

Kenea et al. (2023) evaluaron la eficacia de la mezcla de polvo de semillas de *Moringa oleifera* y plantas de *Aloe vera* como coagulantes naturales para tratar aguas superficiales. Los resultados demostraron que 0.5 g de la mezcla eliminó eficazmente el color (87.1%), turbidez (88.5%), SDT (92.1%), DQO (49.1%) y

fosfato (88.3%).

Rodrigues, Aquino y Cordeiro (2020) investigaron sobre el uso de *Aloe Arborescens* en el tratamiento de agua. Para los ensayos en Test de Jarras, se empleó agua cruda del río São Tomás, estado de Goiás, Brasil. Los resultados lograron remociones del 36 % de turbidez y 52 % de color aparente en el agua decantada, y de 68 % de turbidez y 70 % de color aparente en el agua filtrada, utilizando dosis de coagulante inferiores a 3,0 mL y pH entre 7,0 y 7,5.

Benalia et al. (2021) analizaron el uso del *Aloe vera* para en el proceso de tratamiento de agua turbia, usando dos formas de biocoagulante: en polvo (AV-Powder) y líquido (AV-H₂O). Los resultados obtenidos indicaron que ambas formas lograron disminuir la turbidez inicial de 13 a 6.0 NTU en un pH 6 con AV-Powder y una notable disminución a 1.42 NTU en un pH 7.5 con AV-H₂O.

Siswoyo et al. (2023) examinaron la aplicación de conchas de berberecho sanguíneo como un agente de coagulación natural para el tratamiento de agua de pozos. Las pruebas fueron realizadas con dos formas: polvo no modificado (CBSP) y quitosano extraído de las conchas (CBSC). Los resultados demostraron que el tiempo óptimo de sedimentación fue de 30 min, después del cual se eliminaron el 76% de sólidos suspendidos totales (SST) y el 76% de turbidez mediante el uso de 75 mg/L de CBSP a un pH 4 y con CBSC evidenciaron una disminución del 80% de los SST y el 81% de la turbidez mediante la utilización de 200 mg/L a un pH 5.

Posada-Velez, Pineda-Gómez y Martinez-Hernandez (2023) desarrollaron un floculante natural hecho de almidón de maíz y patata para tratar aguas residuales industriales. Los almidones fueron modificados a través de acetilación para mejorar su solubilidad. El agua sin tratar presentó una turbidez de 121,58 NTU. Los resultados obtenidos demostraron que el almidón acetilado de maíz, a una dosis de 5 g/l, logró una remoción de 2,95 NTU, mientras que el almidón acetilado de patata, a una dosis de 5g/l, alcanzó una remoción de 3,31 NTU. Asimismo, analizaron los modelos de pseudoprimer y pseudosegundo orden, la difusión intrapartícula y el modelo cinético de Elovich, estableciendo que el modelo que representa los resultados experimentales es el de pseudosegundo orden.

Li et al. (2020) investigaron un floculante dual compuesto por quitosano catiónico y ácido poliglutámico aniónico para tratar aguas residuales con elevadas concentraciones de compuestos orgánicos y emisiones concentradas. Los resultados mostraron la eliminación de turbidez del 90,1 % para el quitosano en pH 8 y un 91,8 % para el ácido poliglutámico a pH 4. El floculante dual alcanzó tasas de eliminación significativas para la demanda química de oxígeno en un 44.8 %, nitrógeno total (53.4 %), fósforo total (28.1 %) y turbidez (98.3 %).

Valeriano-Mamani y Matos-Chamorro (2019) examinaron la goma de tara como coagulante auxiliar en el proceso de coagulación-floculación para minimizar la turbidez de una suspensión artificial de bentonita. La evaluación fue de dos tipos de aguas con diferentes niveles de turbidez: alta con 400 NTU y la baja con 30 NTU. Los resultados obtenidos revelaron que el sulfato de aluminio tipo A disminuyó la turbidez residual a 1.09 NTU para muestras de alta turbidez y para muestras de baja turbidez disminuyó a 0.57 NTU. Al incorporar goma de tara como coagulante auxiliar, la turbidez residual disminuyó a 0.40 y 0.32 NTU en las muestras de alta y baja turbidez, respectivamente. Además, la goma de Tara redujo un 40% la cantidad de sulfato de aluminio utilizado en las pruebas con la muestra de baja turbidez.

Nnaji et al. (2022) investigaron la eficacia del proceso de coagulación-floculación (CF) mediante el uso de semillas de *Luffa cylindrica* (LCS) en agua contaminada con colorantes. Los parámetros iniciales del agua residual son: pH de 5.55, turbidez de 340.53 FAU (unidades de atenuación de fornacina), DBO de 316.35 mg/L, DQO de 1930.4 mg/L, plomo de 2.27 mg/L, níquel de 8.54 mg/L y cromo de 2.315 mg/L. Los resultados mostraron una eficiencia de remoción del 99.2% para los SST a un pH de 2, una concentración de 1.4 mg/L y una duración de 30 min. Además, para determinar el mecanismo de desempeño de la adsorción de CF en la biomasa durante el proceso de CF, compararon el modelo de pseudo primer orden de Lagergren y el modelo de pseudo segundo orden de Ho, este último era el más adecuado debido a su alto R^2 y su concordancia con los valores experimentales.

Tawakkoly, Alizadehdakhel y Dorosti (2019) evaluaron el potencial de *Salvia*

Hispanica (Chía) para la remoción de la DQO y la turbidez de los lixiviados de vertederos. Los parámetros iniciales de las muestras recolectadas fueron DQO de 63.500 mg/L y turbidez de 670 NTU. Los resultados obtenidos revelaron que, en un lapso de contacto de 45 min, un pH de 7 y una dosis de 40 g/L, se redujo la DQO y turbidez en el 39.76 % y el 62.4 %, respectivamente.

Alam et al. (2020) investigaron el potencial de la planta *Moringa Oleífera* para mejorar la calidad del agua. Los valores preliminares del agua no tratada fueron pH 8.38, SDT 578.00 mg/L y turbidez 14.40 NTU. El tratamiento individual con extractos de hojas disminuyó los valores de SDT a 290 mg/L y la turbidez a 7,4 NTU, mientras que, el tratamiento con semillas disminuyó el valor de SDT a 334 mg/L y la turbidez a 7,8 NTU. Sin embargo, el tratamiento combinado logró reducir el valor de SDT a 216 mg/L y la turbidez a 6,20 NTU.

Desta y Bote (2021) evaluaron el rendimiento del polvo de semilla de *Moringa* con el fin de reducir la concentración de contaminantes en las aguas residuales. Los resultados indicaron que la concentración óptima de *Moringa Oleífera* fue de 0,4 mg/500 mL, esta concentración posibilitó una eliminación del 99,99 % de turbidez, un 95,34 % de color y un 59,99 % de DQO en aguas con pH base. Por otro lado, en aguas con pH ácido lograron eliminar un 95.99% de la turbidez, un 90% de color y un 55.99 % de DQO.

Gandiwa et al. (2020) examinaron la eficacia de la combinación de biocoagulantes extraídos de *Cactus Opuntia* y *Moringa Oleífera* con el coagulante sintético alumbre o sulfato de aluminio en el tratamiento de agua cruda. Los resultados indicaron que la combinación más adecuada consistió en 13 % de alumbre, 42.6 % de *Moringa oleífera* y 44.4 % de *Cactus opuntia*, con una dosis total de coagulante de 45 mg/L produjo los mejores resultados en general, con el agua resultante teniendo una turbidez de 2,7 NTU, un pH de 6,99, una conductividad eléctrica de 308 μ S/cm y una alcalinidad total de 137,7 mg/L.

Novita et al. (2019) evaluaron las semillas de *Moringa* como coagulante natural en el tratamiento de aguas residuales generadas por el procesamiento del café. Los resultados revelaron que el uso de semillas de moringa sin cáscara, con un tamaño de partícula óptimo de 250 μ m fue del 69.44 % para SST, del 88.15 %

para turbidez y del 41.80 % para DQO.

Prihatinningtyas (2019) examinó la capacidad de *Lemna Perpusilla* (lenteja de agua) como coagulante natural en agua sintética turbia. Los parámetros iniciales fueron de 50 NTU (turbidez baja), 150 NTU (turbidez media) y 300 NTU (turbidez alta). Los resultados obtenidos revelaron que a un pH de 11 y dosis de 30 ppmv (partes por millón en volumen), el coagulante natural demostró ser altamente eficiente, logrando niveles de remoción de 85.02 %, 88.98 % y 92.48 % para aguas con baja, mediana y alta turbidez, respectivamente.

Sethu et al. (2019) estudiaron el uso de *Opuntia*, como un coagulante natural para tratar el efluente de una fábrica de aceite de palma (POME). Los resultados mostraron que a dosis de 8 g/l, un pH de 9 y un tiempo de contacto de 240 min, hubo una reducción del 91.2% en DQO, 94.4% en SST y 90.7% en turbidez.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo y fue de tipo aplicada, ya que permitió identificar y formular interrogantes de investigación, examinar informaciones que tengan relación con el tema de investigación, construir el marco teórico y seguidamente formular la hipótesis (Hernandez, 2018).

El diseño de investigación fue experimental. Ramos (2021) refiere que, el diseño experimental se establece por la manipulación de una variable independiente y en caso de la variable dependiente es por el análisis del resultado.

El nivel de investigación fue explicativo porque tiene una correlación causal que aborda y describe el problema (Valderrama, 2017)

3.2. Variables y operacionalización

Se consideró como variable independiente a coagulantes y floculantes naturales, y como variable dependiente el tratamiento de las aguas turbias. Ambas son cuantitativas, y esta se puede apreciar en la matriz de operacionalización de variables (Anexo 1).

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

Mucha et al. (2021) justifican que, la población es el conjunto de argumentos que estipulan con explícitas descripciones, el cual es utilizado para un estudio de investigación. Bajo esta premisa, la población de la investigación fue 100 L de aguas turbias contaminadas artificialmente con caolín.

3.3.2. Muestra

Ventura (2017) especifica que, la muestra es un subgrupo conceptuado en sus caracteres. Teniendo en cuenta ello, para el presente estudio se trabajó con 100 L de agua turbia contaminada artificialmente.

3.3.3. Muestreo

Hernández y Carpio (2019) mencionan que, el muestreo es un instrumento que su función principal es aclarar qué parte se tendría que analizar con el propósito de hacer inferencia sobre la población. Por ello, en este estudio se utilizó el muestreo no probabilístico aleatorio simple, debido a que permite obtener datos de manera más rápida y económica.

3.3.4. Unidad de análisis

Según Damsa y Jornetb (2021), la unidad de análisis tiene como finalidad determinar el objeto de investigación. Por ello, para determinar el nivel de concentración de contaminantes, se trabajó con 1000 mL de agua turbia artificial.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Sánchez (2022), las técnicas de recolección de datos son métodos específicos utilizados en todos los periodos de la indagación científica, las cuales pueden variar de acuerdo al enfoque de estudio. Además, son una agrupación de normas que miden el desarrollo de la investigación, desde la problemática hasta el planteamiento de la hipótesis, de acuerdo a las teorías válidas. Para el presente estudio se empleó como técnica de recolección de datos, la observación, prueba de jarras y el análisis documental.

Los instrumentos de investigación tienen el propósito de generar condiciones óptimas para la medición de datos, estos pueden ser medidos de manera directa o indirecta (Hernandez y Ávila, 2020). Para el presente estudio se empleó como instrumentos de recolección de datos (Anexo 2) las siguientes fichas de registro:

1. Registro de datos y descripción de las muestras de agua.
2. Cadena de custodia de las muestras de agua.
3. Registro de los parámetros de las muestras del efluente artificial.
4. Descripción de las propiedades químicas de los agentes coagulantes y floculantes.
5. Análisis del nivel de pH óptimo para llevar a cabo el proceso de coagulación y floculación.

6. Determinación de la dosis óptima de coagulante y floculante a utilizar.
7. Parámetros evaluados durante el proceso de tratamiento.

3.5. Procedimiento

Se emplearon harina de *Colocasia esculenta* y almidón de *Echinopsis pachanoi* como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de las aguas turbias artificiales. El propósito consiste en disminuir los valores de los parámetros fisicoquímicos de los sólidos disueltos totales, así como los parámetros orgánicos, sólidos suspendidos totales y la turbiedad.

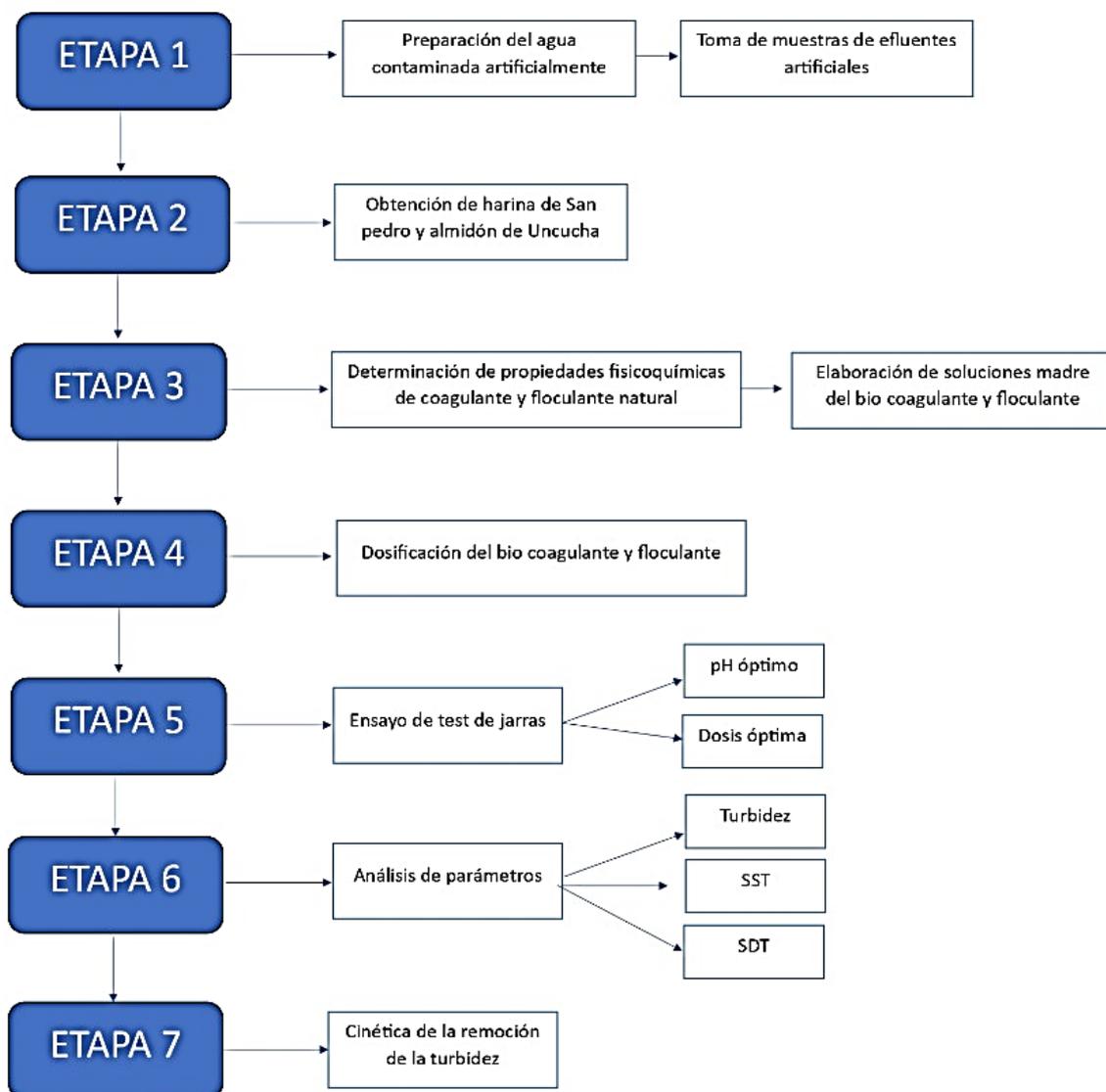


Figura 1. Procedimiento de la investigación

3.5.1. Preparación del agua contaminada artificialmente

Se utilizó una mezcla de 50 mg de silicato de aluminio hidratado ($Al_2Si_2O_5(OH)_4$) y 1000 mL de agua destilada para la solución madre (Figura 1). Esta mezcla se agitó manualmente durante 20 min y luego reposó durante 24 horas. Después de este tiempo, se tomaron 100 litros de agua potable y se le agregaron 1000 mL de la solución madre de caolín.

3.5.3. Toma de muestra del agua contaminada artificialmente

De 100 L de agua contaminada por caolín se procedió a tomar 1.4 L para analizar los parámetros de pH, temperatura, turbidez, SST y SDT (Tabla 1).

Tabla 1. Toma de muestra del agua contaminada

Código de muestra	Ensayo	Tamaño de muestra	Método de análisis
M1-01	pH	100 mL	<i>in situ</i>
M1-01	T°	250 mL	<i>in situ</i>
M1-01	Turbidez	100 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2022.
M1-01	SST	450 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2022.
M1-01	SDT	500 mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 24th Ed. 2022.

3.5.2. Obtención de harina de *Echinopsis pachanoi* y almidón de *Colocasia esculenta*

3.5.2.1. Obtención de la harina de *Echinopsis pachanoi*

a) Recolección de muestra de la *Echinopsis pachanoi*

Se recolectó una muestra representativa de *Echinopsis pachanoi* en la comunidad de Obrajillo (Figura 2), situada en la provincia de Canta, garantizando que la cantidad de la muestra fuera adecuada.



Figura 2. Obtención de muestra de la *Echinopsis pachanoi*

b) Remoción de espinas y troceado de la *Echinopsis pachanoi*

En un principio, se llevó a cabo la remoción de las espinas de la capa exterior del San pedro (Figura 3a), con el propósito de obtener su peso inicial que fue de 1.870 g, utilizando para ello una balanza analítica. Posteriormente, se procedió a cortar en láminas de aproximadamente 5 mm de diámetro (Figura 3b). Estas láminas se sometieron a un proceso de drenaje durante una hora.



Figura 3. a) Remoción de espinas b) Troceado del San pedro

c) Elaboración del agente coagulante en forma de polvo

Para la obtención del coagulante en polvo se adaptó el método propuesto por Manrique (2019). Para ello, se dispusieron en bandejas esterilizadas y en papel aluminio de manera organizada y se sometieron a un período de secado de 3 días a temperatura ambiente, luego de ello se llevó a la estufa a 75°C durante 24 horas (Figura 4a). Una vez obtenidas las láminas secas de San pedro, se trituraron en un mortero (Figura 4b) y posteriormente se tamizaron utilizando un tamiz de 450 micras (Tabla 2).

Tabla 2. Obtención de la harina del San pedro

Código de muestra	EP-001
Cantidad inicial (g)	1,870
Temperatura de secado (°C)	75°C
Cantidad seca (g)	142.29
Cantidad de ceniza obtenida al tamizar (g)	95.44
Reducción de masa (%)	95.11

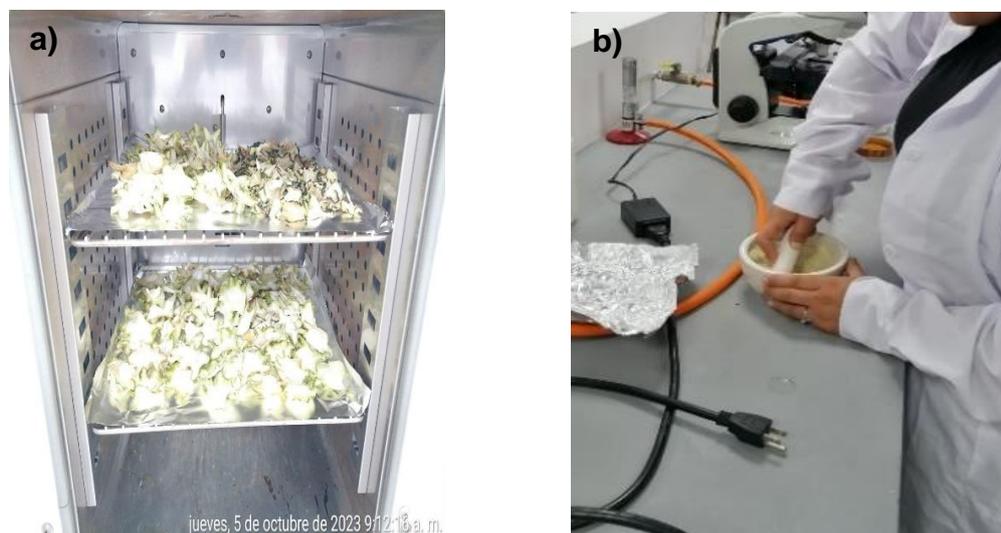


Figura 4. Obtención de harina de San pedro: a) Secado b) Triturado

3.5.2.2. Obtención de la almidon de *Colocasia esculenta*

a) Recolección de muestra de la *Colocasia esculenta*

Se compró una muestra representativa de *Colocasia esculenta* (Uncucha) del mercado de Caquetá (Figura 5), garantizando que la cantidad de la muestra fuera adecuada.



Figura 5. Obtención de muestra de la *Colocasia esculenta*.

b) Lavado y troceado de la *Colocasia esculenta*

Se lavó el tubérculo con abundante agua para la eliminación de impurezas (Figura 6a). Luego, se procedió a pelar, pesar y cortar el tubérculo en cubos (Figura 6b).



Figura 6. a) Lavado b) Troceado de Uncucha

c) Elaboración del agente coagulante en forma de polvo

El proceso para la obtención del almidón se fundamentó en las metodologías propuestas por los investigadores Acosta Bastar (2021), López-Vidal et al. (2014), Rodríguez Reyes (2006) y Martínez Ortiz (2007). Después de completar el proceso de pelado, pesado y corte en cubos, se sumergió en agua fría y luego se trituró en una licuadora. La pasta resultante se pasó por un tamiz de 450 micras, reteniendo el líquido resultante en un recipiente. La solución se dejó en reposo durante 48 horas para permitir la separación del sedimento del líquido superior mediante decantación, se retiró el sobrenadante con la ayuda de un vaso de precipitado, posteriormente, la solución concentrada se separó en 5 vasos de precipitado de 250 mL, se dejó en reposo durante 72 horas para seguir permitiendo la separación del del almidón por decantación, la solución concentrada se dejó por otros 72 horas en reposo, retirando el sobrenadante con ayuda de una pipeta para evitar la pérdida de almidón. La pasta resultante se secó en una estufa a una temperatura de 80 °C por 1 hora en una bandeja plana (Figura 7a). Luego, se procedió a moler y tamizar utilizando un tamiz de 450 micras (Figura 7b). Finalmente, el almidón obtenido se almacenó en frascos de vidrio hermético (Tabla 3).

Tabla 3. Obtención del almidón de *Echinopsis pachanoi*

Código de muestra	CE-001
Cantidad inicial (g)	3,570.10
Temperatura de secado (°C)	75
Cantidad seca (g)	206.44
Cantidad de ceniza obtenida al tamizar (g)	81.40
Reducción de masa (%)	96

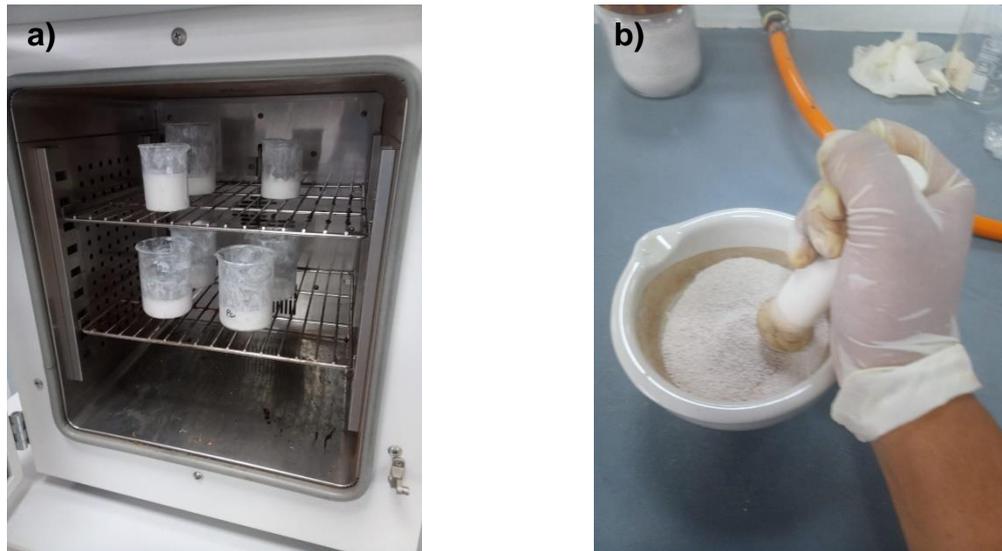


Figura 7. Obtención de almidón de Uncucha: a) Secado b) Triturado

3.5.2.3. Determinación de las propiedades fisicoquímicas de los agentes coagulantes y floculantes

Para la caracterización de las propiedades fisicoquímicas de los agentes coagulantes y floculantes se realizó el siguiente proceso para obtener el porcentaje de humedad y cenizas:

Se tomó una muestra inicial de 10 g de la harina de San Pedro y Uncucha. Luego, se colocó la muestra en un crisol y se sometió a un procedimiento de desecación en una estufa a una temperatura de 110°C por 30 min (Figura 8a). Después de este proceso, se retiraron las muestras y se dejaron en un desecador durante 30 min (Figura 8b). Finalmente, se pesó cada muestra en una balanza analítica para obtener el peso de la muestra final y calcular así el contenido de humedad de la muestra mediante la siguiente ecuación:

- **Para *Echinopsis pachanoi***

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

$$\% \text{ de humedad} = \frac{10 \text{ g} - 9.6602 \text{ g}}{10 \text{ g}} * 100$$

$$\% \text{ de humedad} = 3.39 \%$$

- **Para *Colocasia esculenta***

$$\% \text{ de humedad} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

$$\% \text{ de humedad} = \frac{10 \text{ g} - 9.3178 \text{ g}}{10 \text{ g}} * 100$$

$$\% \text{ de humedad} = 6.82 \%$$



Figura 8. Determinación de humedad: a) Secado

Se tomó una muestra inicial de 10 g de la harina de San pedro y uncuncha. Luego, se colocó esta muestra en un crisol y se sometió a un procedimiento de desecación en una estufa a una temperatura de 110°C por 30 min, después de este proceso, se retiraron las muestras y se dejaron en un desecador durante 30 min, de dicha muestra ya obtenida se tomó 1 g de muestra de ambos coagulantes y floculantes (mi) y se colocaron en un crisol, esto se llevó a una hornilla eléctrica por 60 min para calcinar su contenido, estas muestras ya calcinadas se llevaron a la mufla a una temperatura de 550° por 90 min (Figura 9a), luego de ello las muestras fueron llevadas a un desecador (Figura 9b), finalmente pesó cada muestra en una balanza analítica para obtener el peso de la muestra final y calcular así el contenido de las cenizas totales de la muestra mediante la siguiente ecuación:

- **Para *Echinopsis pachanoi***

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{\text{Peso inicial}}{\text{Peso final}} * 100$$

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{0.181 \text{ g}}{1 \text{ g}} * 100$$

$$\% \text{ de cenizas} = 18.1 \%$$

- **Para *Colocasia esculenta***

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{\text{Peso inicial}}{\text{Peso final}} * 100$$

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{0.038 \text{ g}}{1 \text{ g}} * 100$$

$$\% \text{ de cenizas} = 3.8 \%$$



Figura 9. Determinación de cenizas: a) Calcinado

3.5.4. Elaboración de muestras madre de los agentes coagulantes y floculantes

Para la elaboración de las muestras madre, se utilizaron 1000 mL de agua destilada, 5 g de harina de Uncucha y 5 g de San Pedro. Se procedió a verter el agua destilada en dos vasos precipitados, con una medida de 500 mL por vaso. Luego, se agregaron los 5 g de harina en uno de los vasos y otros 5 g en el otro. Esta mezcla se agitó manualmente durante 5 a 10 min (Figura 10a y 10b).

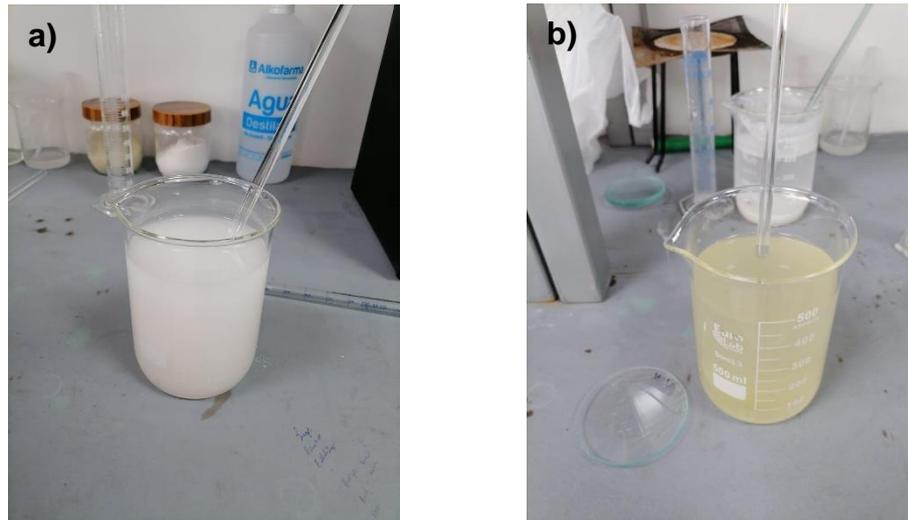


Figura 10. Preparación de solución madre: a) Muestra de *Colocasia esculenta* b) Muestra de *Echinopsis pachanoi*

3.5.5. Dosificación del agente coagulante y floculante de origen natural en las muestras de agua

Para introducir los agentes coagulantes y floculantes es necesario establecer la concentración, potencial de hidrógeno y temperatura (Tabla 4).

Tabla 4. Determinación de las condiciones de trabajo de los agentes coagulantes y floculantes

Dosis	25, 50, 75, 100, 125 mg/L
pH para <i>Echinopsis pachanoi</i>	4, 6, 7, 8 y 10
pH para <i>Colocasia esculenta</i>	4, 6, 7, 8 y 10
Temperatura	25°C

- **Realización del ensayo en el test de jarras**

Se configuró el equipo del ensayo de jarras de manera que simulé el proceso de coagulación y floculación, teniendo en cuenta las etapas de homogeneización, mezcla rápida y tiempo de sedimentación de la muestra (Tabla 5).

Tabla 5. Configuración del equipo de test de jarras

Etapa	Tiempo (min)	Velocidad (RPM)
Homogenización	5	250
Mezcla	20	100
Sedimentación	45	0

- **Criterios de prueba para la obtención de pH óptimo**

Una vez que el equipo fue configurado, se agregaron las muestras de agua contaminada con caolín en los vasos precipitados de 1000 mL. Para determinar la dosificación y el pH óptimo, se llevaron a cabo un total de 12 pruebas para *Echinopsis pachanoi* (Tabla 6), otras 12 para *Colocasia esculenta* (Tabla 7) y 6 pruebas para ambos agentes juntos.

Tabla 6. Determinación de pH óptimo para *Echinopsis pachanoi*

Coagulante / Floculante	pH	Cantidad de muestra contaminada (mL)
<i>Echinopsis pachanoi</i>	4	1000
	6	1000
	7	1000
	8	1000
	10	1000

Tabla 7. Determinación de pH para *Colocasia esculenta*

Coagulante / Floculante	pH	Cantidad de muestra contaminada (mL)
<i>Colocasia esculenta</i>	4	1000
	6	1000
	7	1000
	8	1000
	10	1000

- **Condiciones de trabajo para la obtención de dosis óptima**

Una vez que se determinó el pH óptimo se procedió a trabajar con las siguientes concentraciones para *Echinopsis pachanoi* (Tabla 8) y *Colocasia*

esculenta (Tabla 9).

Tabla 8. Condiciones de trabajo para *Echinopsis pachanoi*.

Coagulante / Floculante	Dosis (mL)	Cantidad de muestra contaminada (mL)
<i>Echinopsis pachanoi</i>	2,5	1000
	5	1000
	7,5	1000
	10	1000
	12,5	1000

Tabla 9. Condiciones de trabajo para *Colocasia esculenta*.

Coagulante / Floculante	Dosis (mL)	Cantidad de muestra contaminada (mL)
<i>Colocasia esculenta</i>	2,5	1000
	5	1000
	7,5	1000
	10	1000
	12,5	1000

- **Criterio de trabajo con el pH y dosis óptima para la mezcla de ambos agentes**

En la Tabla 10, se muestran las consideraciones tomadas para el ensayo de remoción de turbidez con el pH y dosis óptima de la mezcla de EP y CE en el ensayo de test de jarras (Figura 11).

Tabla 10. Criterios de prueba con pH óptimo y concentración óptima para *Echinopsis pachanoi* y *Colocasia esculenta*

Coagulante / Floculante	Dosis EP (mL)	Dosis CE (mL)	Cantidad de muestra contaminada (mL)	pH
<i>Echinopsis pachanoi</i> (EP) + <i>Colocasia esculenta</i> (CE)	5	7.5	1000	7
	5	7.5	1000	8



Figura 11.Ensayo de test de jarras

3.5.5. Análisis de la turbidez

Se procedió a medir la turbidez final de todos los recipientes utilizando un turbidímetro modelo Hanna HI83414 - Turbidity & Free / Total Chlorine, con el fin de compararla con la turbidez inicial. Se tomaron 10 mL de los 1000 mL de agua contenidos en los recipientes de la prueba de jarras, y estos se colocaron en los frascos que posteriormente se introdujeron en el equipo para llevar a cabo la medición. Este mismo procedimiento se repitió para evaluar la turbidez de todas las muestras analizadas.

3.5.6. Análisis de los sólidos suspendidos totales

Para evaluar la presencia de partículas suspendidas en el agua, se siguió un proceso que comenzó con el secado del papel filtro de fibra de vidrio de 1.5 μm en una estufa a 105°C durante 30 min, seguido de un periodo de 10 min en un desecador para eliminar la humedad. Luego, se pesó en una balanza analítica calibrada, y después de obtener los datos iniciales, los filtros se volvieron a colocar en el desecador para prevenir la acumulación de humedad.

A partir de este punto, se tomó un papel filtro y se colocó en la boquilla de la válvula del separador. Se humedeció ligeramente con agua destilada para asegurar que no hubiera movimientos cuando se vertiera la muestra a analizar. Se tomó una muestra de 150 mL y se vertió cuidadosamente sobre el papel filtro. Luego, se subió

la bomba de vacío, se retiró el papel filtro con la ayuda de una pinza y se colocó en un recipiente esterilizado. Este recipiente se introduce en una estufa a 120°C durante dos horas. Posteriormente, se pesó el papel filtro para obtener los datos finales.

Para determinar la concentración de los sólidos suspendidos se utilizó la siguiente fórmula:

- $$SST = \frac{(A-B)*1000}{\text{Volumen de muestra (L)}}$$

Donde:

A = Peso final

B = Peso inicial

3.5.7. Análisis de los sólidos disueltos totales

Para identificar la presencia de partículas disueltas en el agua, se siguió un proceso que comenzó con el calentamiento del crisol a 105°C durante 10 min, seguido de un período de 10 min en un desecador, después de lo cual se registró su peso para obtener los datos iniciales. En relación al procedimiento realizado con la bomba de vacío, se necesitó el uso de un filtro de papel de fibra de vidrio de 1.5 µm que previamente había sido secado y desecado. Este filtro se colocó en la boquilla de la válvula, y se vertieron 150 mL de la muestra de agua a analizar. Después de la filtración, la muestra líquida se transfirió al crisol y se sometió a un período de 24 horas en una estufa a 90°C, para luego tener el peso final de la muestra.

Para determinar la concentración de los sólidos suspendidos se utilizó la siguiente fórmula:

- $$SDT = \frac{(A-B)*1000}{\text{Volumen de muestra (mL)}}$$

Donde:

A = Peso final

B = Peso inicial

3.5.8. Cinética química de remoción de turbiedad

La cinética química es la distribución del tamaño de los grupos de partículas coloidales a medida que evoluciona el tiempo (Nnaji et al., 2022), por esta razón la investigación se llevaron a cabo experimentos con las condiciones óptimas obtenidas en los experimentos anteriores.

Para la cinética de remoción de turbiedad se utilizó las ecuaciones de orden cero, primer orden y segundo orden (Tabla 11), estas ecuaciones son comúnmente utilizadas para modelar la reducción de concentraciones en función del tiempo (Petrucci, 2011).

Tabla 11. Modelos cinéticos químicos utilizados

Orden	Ecuación	Ecuación Integrada	Ecuación para k
0	$[A]_t = -k_t + [A]_0$	$[A]_t = -ak_t + [A]_0$	$k = \frac{[A]_0 - [A]_t}{t}$
1	$[A]_t = [A]_0 * e^{-kt}$	$\ln[A]_t = -ak_t + \ln[A]_0$	$k = -\frac{1}{t} \ln \frac{[A]_t}{[A]_0}$
2	$[A]_t = \frac{1}{[A]_t + k_t}$	$\frac{1}{[A]_t} = ak_t + \frac{1}{[A]_0}$	$k = \frac{1}{[A]_t} - \frac{1}{[A]_0 * t}$

Donde:

- $[A]_t$, es la concentración de turbidez en el tiempo t .
- $[A]_0$, es la concentración inicial de turbidez en el momento $t=0$
- k , es la constante cinética de remoción.
- t , es el tiempo.

3.5.8. Toma de muestras de agua tratada

Después del ensayo de jarras se procedió a tomar las muestras finales de agua tratada (Figura 12), estas fueron llevadas al laboratorio para el análisis correspondiente.



Figura 12. Muestras de agua tratada

3.5.9. Planeamiento experimental

Para llevar a cabo esta investigación, se establecieron las mismas condiciones laborales para cada coagulante y floculante natural (San pedro y Uncucha). En la Tabla 12 se detallan las siguientes condiciones:

Tabla 12. Condiciones de trabajo de los coagulantes y floculantes naturales y los parámetros a evaluar.

Caracterización química de los coagulantes y floculantes	Cenizas totales (%)	
	Humedad (%)	
pH	4, 6, 7, 8 y 10	
Temperatura	25 °C	
Tipo de mezcla	Rápida	Lenta
Revoluciones por minuto	250 rpm	100 rpm
Tiempo de mezcla	5 min	20 min
Dosis	25, 50, 75, 100 y 125 mg/L	
Repeticiones	0	
Parámetros a medir en laboratorio	pH, temperatura, turbidez, sólidos suspendidos totales y sólidos totales disueltos	

3.6. Método de análisis de datos

Los datos recopilados fueron procesados utilizando herramientas informáticas, tales como Excel para generar tablas y el software SPSS para realizar un análisis estadístico detallado. Este enfoque facilitó la obtención de respuestas para las hipótesis planteadas. Luego, se llevó a cabo un análisis de nivel descriptivo.

3.7. Aspectos éticos

Se utilizó los siguientes aspectos éticos:

En primera instancia, se consideró el código de ética de investigación debido a que, es una herramienta fundamental e imprescindible para comprender, asimilar, estimular y aplicar los principios y valores éticos en el desarrollo de los proyectos de investigación.

En segunda instancia, se consideró la utilización de Turnitin para llevar a cabo el análisis de similitud, ya que este trabajo se fundamenta en la recopilación de información proveniente de diversos autores.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis de los parámetros de las muestras iniciales de aguas turbias artificiales

Los resultados de las mediciones de SST, SDT, pH y temperatura en las aguas artificiales antes de aplicar los coagulantes y floculantes, se presentan en la Tabla 13:

Tabla 13. Parámetros de las muestras iniciales de aguas turbias artificiales

Muestra	Ensayo	Unidad	Resultados
Agua contaminada artificialmente por $Al_2Si_2O_5(OH)_4$	Turbidez	NTU	781
	SST	mg/L	558
	SDT	mg/L	537
	Temperatura	°C	23.16°C
	pH	Unidad de pH	8,03

4.2 pH óptimo utilizando *Echinopsis pachanoi*

Para determinar el pH óptimo se trabajó con la concentración media (75 mg/L), con un tiempo de sedimentación de 45 min y la aplicando 7,5 mL de solución madre de *Echinopsis pachanoi* (Tabla 14).

Tabla 14. Criterios considerados para determinar el pH óptimo para trabajar con el biocoagulante

	N°	Tiempo (min)	Dosis (mL)	pH	Turbidez (NTU)		Eficiencia de remoción (%)
					Inicial	Final	
Coagulante: <i>Echinopsis pachanoi</i>	1	45	7,5	4	781	7.23	99.21
	2			6		10.56	98.40
	3			7		5.19	99.23
	4			8		7.79	99.06
	5			10		5.42	98.67

Al analizar la Tabla 14, se constató que el nivel de pH más efectivo para eliminar la turbidez es 7, logrando una eficacia de eliminación del 99.23%, asimismo, se observó que los valores de pH 6 y 10 tienen una reducción en la eficiencia de remoción de la turbidez, esto debido a que, en pH inadecuados, la interferencia de iones como hidroxilo y metales puede competir con los iones de coagulante, reduciendo la formación de flóculos y disminuyendo la eficacia en la eliminación de turbidez.

4.3 pH óptimo utilizando *Colocasia esculenta* (biofloculante)

Para identificar el nivel de pH óptimo, se empleó la concentración promedio de 75 mg/L junto con un periodo de sedimentación de 45 min, utilizando 7,5 mL de una solución madre de *Colocasia esculenta* (Tabla 15).

Tabla 15. Criterios considerados para determinar el pH óptimo para trabajar con el biofloculante

	N°	Tiempo (min)	Dosis (mL)	pH	Turbidez (NTU)		Eficiencia de remoción (%)
					Inicial	Final	
Floculante: <i>Colocasia esculenta</i>	1	45	7,5	4	781	12,5	98.40
	2			6		14,4	98.16
	3			7		10,5	98.66
	4			8		3,48	99.55
	5			10		16,5	97.89

En la Tabla 15, se observó que, a una dosis de 7,5 mL y un tiempo de sedimentación de 45 min, el pH óptimo fue 8, logrando una remoción del 99.55%. Además, se notó que la eficacia de eliminación de la turbidez disminuye a un pH de 10, ya que este valor está fuera del rango óptimo, el pH del agua tiene un fuerte impacto en su composición química. Un pH fuera del rango óptimo puede desfavorecer el proceso de tratamiento de turbidez y conducir a una menor eficiencia.

4.4 Dosis óptima utilizando *Echinopsis pachanoi*

Para determinar la concentración ideal de la *Echinopsis pachanoi* se trabajó con 5 concentraciones, las cuales fueron 25, 50, 75, 100 y 125 mg/L adicionadas a 1000 mL de agua contaminada por caolín respectivamente (Tabla 16).

Tabla 16. Condiciones de trabajo para determinar la dosis óptima de *Echinopsis pachanoi*

	N°	Tiempo (min)	pH	Dosis (mL)	Turbidez (NTU)		Eficiencia de remoción (%)
					Inicial	Final	
Coagulante: <i>Echinopsis pachanoi</i>	1	45	7	2,5	781	6,05	99.23
	2			5		2,70	99.65
	3			7,5		5,19	99.34
	4			10		4,09	99.48
	5			12,5		6,23	99.20

En la Tabla 16, se notó que a un pH 7 y un tiempo de sedimentación de 45 min, la dosis óptima de biocoagulante fue de 5 mL, alcanzando una remoción del 99.65%.

4.5 Dosis óptima utilizando de *Colocasia esculenta*

En la Tabla 21, se muestran los criterios de trabajo considerados para determinar la dosis óptima empleando almidón de Uncucha como floculante natural, en la remoción de la turbidez, para ello, se realizaron pruebas con cinco concentraciones diferentes de solución madre del floculante (25, 50, 75, 100 y 125 mg/L).

Tabla 17. Condiciones de trabajo para determinar la dosis óptima de *Colocasia esculenta*

	N°	Tiempo (min)	pH	Dosis (mL)	Turbidez (NTU)		Eficiencia de remoción (%)
					Inicial	Final	
Floculante: <i>Colocasia esculenta</i>	1	45	8	2,5	781	6.23	99.20
	2			5		13.5	98.27

	3			7,5		3.48	99.55
	4			10		3.84	99.51
	5			12,5		13.7	98.25

En la Tabla 17, se observó que a un pH 8 y un tiempo de sedimentación de 45 minutos, la dosis óptima del biofloculante fue de 7.5 mL, alcanzando una remoción del 99.55%.

4.6 Remoción de turbidez de los agentes coagulante / floculante

Con el propósito de evaluar la eficiencia de los coagulantes/floculantes obtenidos de *Echinopsis pachanoi* y *Colocasia esculenta*, se llevaron a cabo pruebas empleando los valores óptimos de pH para cada agente y la combinación de las dosis óptimas de ambos. Estos test experimentales fueron realizados en tres tiempos diferentes (Tabla 18).

Tabla 18. Eficacia de los agentes coagulante / floculante.

<i>Colocasia esculenta</i> (CE) y <i>Echinopsis pachanoi</i> (EP)					
pH	Dosis (mL)	Tiempo de sedimentación (min)	Turbidez (NTU)		Remoción (%)
			Inicial	final	
7	CE 7,5	25	781	5,42	99.31
	EP 5				
	CE 7,5	35	781	1,16	99.85
	EP 5				
	CE 7,5	45	781	0,75	99.90
	EP 5				
8	CE 7,5	25	781	7,67	99.02
	EP 5				
	CE 7,5	35	781	3,97	99.49
	EP 5				
	CE 7,5	45	781	1,45	99.81
	EP 5				

En la Tabla 18, se observó que la mayor eliminación de turbidez (99.90%) se logró con una combinación de 5 mL de *Echinopsis pachanoi* y 7,5 mL de *Colocasia esculenta*, a un pH de 7.

En la Figura 13 se muestra los coágulos y flóculos obtenidos en el proceso de remoción de la turbidez.

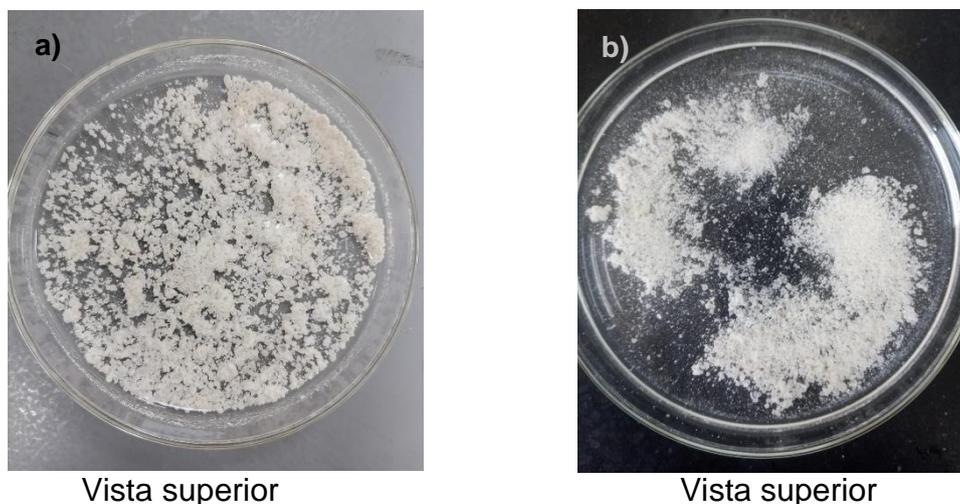


Figura 13. Obtención de coágulos y flóculos de la remoción de la turbidez: a) coágulos del San Pedro b) flóculos de la Uncucha

4.7 Remoción de sólidos suspendidos totales

Para evaluar la eficacia de los coagulantes/floculantes obtenidos de *Echinopsis pachanoi* (EP) y *Colocasia esculenta* (CE) en la remoción de los SST, se realizaron pruebas utilizando los pH óptimo para cada agente, combinando las dosis óptimas de ambos y aplicándolas en dos intervalos de tiempo distintos (Tabla 19).

Tabla 19. Remoción de sólidos suspendidos totales

Tiempo (min)	Ensayo	SST (mg/L)		Remoción de SST (%)
		Inicial	Final	
35	CE	558	13.67	97.55
	EP		10.67	98.09
	EP + CE		14	97.49
45	CE		6.33	98.86
	EP		4.00	99.28
	EP + CE		5.00	99.10

En la Tabla 19, se observó que la aplicación de la solución madre del biofloculante (almidón de Uncucha) logró una remoción del 97.55% de los SST presentes en el agua contaminada. Asimismo, mediante el uso del biocoagulante (harina de San Pedro) alcanzó una remoción del 98.09%, y al combinar ambos aditivos naturales, logró una remoción del 97.49% en un periodo de sedimentación de 35 minutos. Además, se destacó que, tras 45 minutos de sedimentación, el biofloculante demostró una eficacia del 98,86%, el biocoagulante del 99,28%, y la combinación de ambos aditivos logró una remoción del 99,10%.

4.8 Remoción de sólidos disueltos totales

Para evaluar la eficacia de los coagulantes/floculantes obtenidos de la harina del San Pedro y el almidón de la Uncucha, en la remoción de los sólidos disueltos totales, se realizaron pruebas utilizando el pH óptimo de cada agente, combinando las dosis óptimas de ambos y aplicándolas en dos intervalos de tiempo diferentes.

En la Tabla 20 se muestran los resultados obtenidos mediante el uso del método de gravitación con bomba de vacío.

Tabla 20. Remoción de sólidos disueltos totales

Tiempo (min)	Ensayo	SDT (mg/L)		Remoción de SDT (%)
		Inicial	Final	
35	Uncucha	537	12.79	97.71
35	San Pedro	537	7.16	98.72
35	Uncucha + San Pedro	537	5.62	98.99
45	Uncucha	537	5.17	99.07
45	San Pedro	537	3.56	99.36
45	Uncucha + San Pedro	537	1.97	99.65

En la Tabla 20, se observó que la aplicación de la solución madre del biofloculante logró una remoción del 97.71% de los SDT presentes en el agua contaminada. Asimismo, mediante el uso del biocoagulante alcanzó una remoción del 98.72%, y al combinar ambos aditivos naturales, logró una remoción del 98.99% en un periodo de sedimentación de 35 minutos. Además, se destacó que, tras 45

minutos de sedimentación, el biofloculante demostró una eficacia del 99,07%, el biocoagulante del 99,36%, y la combinación de ambos aditivos logró una remoción del 99,65%.

4.9 Prueba de hipótesis

Hipótesis general: Los agentes naturales pueden eliminar contaminantes ambientales, tales como la turbidez, los sólidos suspendidos totales (SST) y los sólidos disueltos totales (SDT), con una eficiencia igual o superior a la de los métodos tradicionales.

Prueba de normalidad

- **Ho:** La distribución de los datos tienen distribución normal.
- **Ha:** La distribución de los datos no tienen distribución normal.

Nivel de confianza: 95%

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0,05$; Se rechaza la hipótesis nula (Ho).
- Si $p > 0,05$; No se rechaza la hipótesis nula (Ho).

Tabla 21. Prueba de normalidad.

Prueba de normalidad	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	Gl	Sig.
pH San pedro	0,925	5	0.564
pH Uncucha	0,923	5	0.550
Dosis San pedro	0,918	5	0.516
Dosis Uncucha	0,804	5	0.088
San pedro y Uncucha	0,917	5	0.508
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	0,897	5	0.391
Sólidos Disueltos Totales (SDT)	0,866	5	0.251

La normalidad se realizó con las diferencias de la turbidez inicial y final.

En la Tabla 21, se mostró que no existe evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula (Ho) en todos los casos, ya que todos los valores p son superiores al 5%. Por lo tanto, se deduce que no hay razón para rechazar la hipótesis nula y se concluye que los datos presentan una distribución normal. Por ende, se ha optado por un enfoque paramétrico y se utilizará la prueba T de Student

para investigar posibles diferencias significativas entre las variables de estudio.

a) pH óptimo del coagulante de San pedro

- **Ho¹**: No existe eficiencia de remoción de turbidez en el pH óptimo de aplicación del coagulante de San pedro.
- **Ha¹**: Existe eficiencia de remoción de turbidez en el pH óptimo de aplicación del coagulante de San pedro.

Nivel de confianza: 95%

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0,05$; Se rechaza la hipótesis nula (Ho).
- Si $p > 0,05$; No se rechaza la hipótesis nula (Ho).

Tabla 22. Prueba T de Student para el pH óptimo del coagulante San pedro en el Tratamiento de Aguas Turbias

pH óptimo San pedro	Media	N	DE	IC (95%)		T	gl	p-valor
Turbidez inicial	781,000	5,00	0,000	766,855	776,669	436,645	4,000	0.000
Turbidez final	9,238	0	3,952					

DE = Desviación estándar

IC = Intervalo de confianza al 95%

En base a los resultados obtenidos para el pH óptimo de San pedro ofrecen una perspectiva significativa en la eficiencia del tratamiento de aguas turbias. La observación de una diferencia estadísticamente significativa entre la turbidez inicial y final, respaldada por un p-valor menor a 0.05 ($p = 0,000$), conlleva a rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, esto implica que existe un pH óptimo en el cual San pedro actúa de manera eficiente en la reducción de la turbidez en aguas turbias.

b) pH óptimo Uncucha

- **Ho²**: No existe eficiencia de remoción de turbidez en el pH óptimo de aplicación del floculante Uncucha.
- **Ha²**: Existe eficiencia de remoción de turbidez en el pH óptimo de aplicación del floculante Uncucha.

Nivel de confianza: 95%

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0,05$; Se rechaza la hipótesis nula (Ho).

- Si $p > 0,05$; No se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Tabla 23. Prueba T de Student para el pH óptimo del floculante Uncucha en el Tratamiento de Aguas Turbias.

pH óptimo Uncucha	Media	N	DE	IC (95%)		T	gl	p-valor
Turbidez inicial	781,000	5,000	0,000	763,324	775,724	344,611	4,000	0.000
Turbidez final	11,476		4,993					

DE = Desviación estándar

IC = Intervalo de confianza al 95%

En la Tabla 23, se reveló la diferencia estadísticamente significativa entre la turbidez inicial y final, respaldada por un p-valor inferior a 0.05 ($p = 0,000$), conduce a la reafirmación de la hipótesis alternativa y al rechazo de la hipótesis nula, esto implica que existe un pH óptimo en el cual Uncucha demuestra su máxima capacidad en la reducción de la turbidez en aguas turbias.

c) Dosis óptima San pedro

- H_0^3 : No existe eficiencia de remoción de turbidez en la dosis óptima de aplicación del coagulante San pedro.
- H_a^3 : Existe eficiencia de remoción de turbidez en la dosis óptima de aplicación del coagulante San pedro.

Nivel de confianza: 95%

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0,05$; Se rechaza la hipótesis nula (H_0).
- Si $p > 0,05$; No se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Tabla 24. Prueba T de Student para la dosis óptima del coagulante San pedro en el Tratamiento de Aguas Turbias.

Dosis óptima San pedro	Media	N	DE	CI (95%)		T	gl	p-valor
Turbidez inicial	781,000	5	0,000	774,321	777,975	1179,502	4	0.000
Turbidez final	4,852		1,471					

DE = Desviación estándar

IC = Intervalo de confianza al 95%

A partir de la Tabla 24, se observó la diferencia estadísticamente significativa entre la turbidez inicial y final, respaldada por un p-valor inferior a 0.05 ($p = 0,000$).

Este resultado conlleva al rechazo de la hipótesis nula y respalda la hipótesis alternativa, destacando la existencia de una dosis óptima en la cual el biocoagulante exhibe máxima eficacia en la reducción de la turbidez en aguas turbias.

d) Dosis óptima Uncucha

- **Ho⁴**: No existe eficiencia de remoción de turbidez en la dosis óptima de aplicación del floculante Uncucha.
- **Ha⁴**: Existe eficiencia de remoción de turbidez en la dosis óptima de aplicación del floculante Uncucha

Nivel de confianza: 95%

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0,05$; Se rechaza la hipótesis nula (Ho).
- Si $p > 0,05$; No se rechaza la hipótesis nula (Ho).

Tabla 25. Prueba T de Student para la dosis óptima del floculante Uncucha en el Tratamiento de Aguas Turbias.

Dosis óptima Uncucha	Media	N	DE	IC (95%)		t	gl	p-valor
Turbidez inicial	781,000	5	0,000	766,534	779,166	339,741	4	0.000
Turbidez final	8,150		5,087					

DE = Desviación estándar

IC = Intervalo de confianza al 95%

En la Tabla 25, se visualizó que los resultados de la prueba T de Student para la dosis óptima de Uncucha, que, indican una diferencia estadísticamente significativa entre la turbidez inicial y final, con un p-valor inferior a 0.05 ($p=0,000$). Esto lleva al rechazo de la hipótesis nula y respalda la hipótesis alternativa, sugiriendo que existe una dosis óptima en la cual Uncucha, muestra una eficacia significativa en la reducción de la turbidez en aguas turbias.

e) Remoción de turbidez San pedro (EP) y Uncucha (CE)

- **Ho⁵**: La combinación de San pedro y Uncucha como coagulantes y floculantes naturales no alcanza su máxima capacidad en la reducción de la turbidez a un pH y dosis específica en el tratamiento de aguas turbias.
- **Ha⁵**: La combinación de San pedro y Uncucha como coagulantes y

floculantes naturales alcanza su máxima capacidad en la reducción de la turbidez a un pH y dosis específica en el tratamiento de aguas turbias.

Nivel de confianza: 95%

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0,05$; Se rechaza la hipótesis nula (H_0).
- Si $p > 0,05$; No se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Tabla 26. Prueba T de Student para la combinación del coagulante San pedro y el floculante Uncucha en el tratamiento de aguas turbias.

San pedro y Uncucha		Media	N	DE	IC (95%)		t	gl	p-valor
pH 7	Turbidez inicial	781,000	3	0,000	772,267	784,647	541,089	2	0.000
	Turbidez final	2,543		2,492					
pH 8	Turbidez inicial	781,000	3	0,000	768,865	784,409	429,961	2	0.000
	Turbidez final	4,363		3,129					

DE = Desviación estándar

IC = Intervalo de confianza al 95%

Los resultados de la prueba T de Student para la combinación de San pedro y Uncucha indican diferencias estadísticamente significativas entre la turbidez inicial y final a pH 7 y pH 8, con p-valor inferior a 0.05 en ambos casos. Esto conduce al rechazo de la hipótesis nula y respalda la hipótesis alternativa, sugiriendo que la combinación de San pedro y Uncucha alcanza su máxima capacidad en la reducción de la turbidez a estos niveles de pH específicos en el tratamiento de aguas turbias.

f) Remoción SST

- **Ho⁶:** No existen diferencias significativas en los niveles de sólidos suspendidos totales entre los tratamientos con San pedro y Uncucha como coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias.
- **Ha⁶:** Existen diferencias significativas en los niveles de sólidos suspendidos totales entre los tratamientos con San pedro y Uncucha como coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias.

Nivel de confianza: 95%

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0,05$; Se rechaza la hipótesis nula (H_0).
- Si $p > 0,05$; No se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Tabla 27. Prueba T de Student para los niveles de SST en el tratamiento de aguas turbias con San pedro y Uncucha.

SST	Media	N	DE	IC (95%)		t	gl	p-valor
Turbidez inicial	558,000	6	0,000	544,416	553,694	304,236	5	0.000
Turbidez final	8,945		4,421					

DE = Desviación estándar

IC = Intervalo de confianza al 95%

En la Tabla 27 se presentó las diferencias estadísticamente significativas en los Sólidos Suspendidos Totales (SST) entre los tratamientos con San pedro y Uncucha, con un p-valor menor a 0.05 ($p=0,000$). Por ende, conduce al rechazo de la hipótesis nula y respalda la hipótesis alternativa, sugiriendo que existe una diferencia significativa en la remoción de SST entre ambos coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias.

g) Remoción SDT

- **H_0^7 :** No existen diferencias significativas en los niveles de sólidos disueltos totales entre los tratamientos con San pedro y Uncucha como coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias.
- **H_a^7 :** Existen diferencias significativas en los niveles de sólidos disueltos totales entre los tratamientos con San pedro y Uncucha como coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias.

Nivel de confianza: 95%

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0,05$; Se rechaza la hipótesis nula (H_0).
- Si $p > 0,05$; No se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Tabla 28. Prueba T de Student para los niveles de SDT en el tratamiento de aguas turbias con San pedro y Uncucha.

SDT	Media	N	DE	IC (95%)		t	gl	p-valor
Turbidez inicial	537,000	6	0,000	527,016	534,896	346,414	5	0.000
Turbidez final	6,044		3,754					

DE = Desviación estándar

IC = Intervalo de confianza al 95%

En la Tabla 28, se observó las diferencias estadísticamente significativas en los sólidos disueltos totales entre los tratamientos con San pedro y Uncucha, con un p-valor menor a 0.05 ($p=0,000$). Por lo tanto, lleva al rechazo de la hipótesis nula y respalda la hipótesis alternativa, sugiriendo que existe una variación significativa en la remoción de SDT entre ambos coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias.

4.10. Cinética de remoción de turbidez

En la Tabla 29, se muestran los resultados de los modelos cinéticos de orden cero, primer orden y segundo orden para investigar las reacciones que involucran las sustancias *Colocasia esculenta* y *Echinopsis pachanoi*, así como su combinación para estudiar la remoción de turbidez en una unidad de tiempo.

Tabla 29. Resultados de cinética de remoción de turbidez

Orden Planta	n=0		n=1		n=2	
	R ²	K (s ⁻¹)	R ²	K (min ⁻¹)	R ²	K (g-1.min-1)
<i>Colocasia esculenta</i> (CE)	0.8498	0.5646	0.9887	0.0044	0.7771	-1.6206
<i>Echinopsis pachanoi</i> (EP)	0.9627	0.6085	0.9737	0.0030	0.7851	-1.5205
CE + EP	0.9185	0.2155	0.9864	0.0031	0.8952	-4.3136

De la Tabla 29, se observó que en el caso del modelo de orden cero, se encontró que las combinaciones de *Colocasia esculenta* y *Echinopsis pachanoi* presentaron un coeficiente de determinación (R²) de 0.9185, lo cual indica una relación significativa entre las variables. Sin embargo, la constante de velocidad (k) fue considerablemente menor en comparación con las sustancias individuales.

El modelo de primer orden evidenció una excelente adaptación a los datos para las sustancias evaluadas, con R² superiores a 0.9737, esto sugiere que la velocidad de las reacciones de degradación es proporcional a la concentración de

los reactantes. Es decir, a medida que se consumen los componentes activos de las plantas, la velocidad de reacción disminuye exponencialmente con el tiempo. Las constantes de velocidad (k) para *Colocasia esculenta* (0.0044 min⁻¹), *Echinopsis pachanoi* (0.0030 min⁻¹) y la combinación (0.0031 min⁻¹) indicaron que los mecanismos de degradación y las estructuras químicas de los componentes activos son análogos en ambas especies. lo que indica una velocidad de reacción moderada.

En el caso del modelo de segundo orden, se encontró una variabilidad en los valores de R^2 , siendo más baja para *Colocasia esculenta* en comparación con las otras sustancias. Esto propone que, en algunos casos, el modelo de segundo orden podría no ajustarse tan bien a los datos experimentales. Las constantes de velocidad (k) fueron negativas, indicando una disminución en la velocidad de reacción con el tiempo.

V. DISCUSIÓN

El análisis de los resultados ofrece una visión reveladora sobre la influencia del pH en la efectividad de *Echinopsis pachanoi* (San pedro) como coagulante para la eliminación de turbidez en el agua. Los parámetros considerados fueron el tiempo de sedimentación de 45 min y la aplicación de 7,5 mL de la solución madre de *Echinopsis pachanoi*, estableciendo así el pH óptimo para el experimento. Los datos recabados reflejaron que un pH de 7 demostró ser altamente eficaz, logrando la eliminación del 99.23 % en la turbidez del agua. Este nivel específico de pH se destacó como fundamental para reducir de manera significativa la turbidez del agua tratada. Por otro lado, se notó que los valores de pH 6 y 10 exhibieron una disminución en la eficiencia de remoción de la turbidez. Este declive se atribuye a la interferencia generada por iones como hidroxilo y metales en condiciones de pH inadecuadas, compitiendo con los iones de coagulante. Esta competencia afecta la formación de flóculos y, como consecuencia, disminuye la capacidad para eliminar la turbidez. Este descubrimiento enfatiza la importancia crítica de ajustar precisamente el pH al emplear *Echinopsis pachanoi* como coagulante y mantener un nivel específico de pH, particularmente pH 7 en este caso, se revela como un factor esencial para optimizar la efectividad de este coagulante natural en la reducción de la turbidez del agua. Por lo tanto, se subraya la necesidad de considerar detalladamente las condiciones de pH al aplicar este agente coagulante natural en los procesos de tratamiento de aguas turbias. Por otro lado, en términos de hipótesis, el pH óptimo de San pedro ofrece una perspectiva significativa en la eficiencia del tratamiento de aguas turbias, destacando una diferencia estadísticamente significativa entre la turbidez inicial y final, respaldada por un p-valor menor a 0.05 ($p = 0,000$), que implicó que existe un pH óptimo en el cual San pedro actúa de manera eficiente en la reducción de la turbidez en aguas turbias. En cambio, Benalia et al. (2021) llevaron a cabo un estudio para evaluar el empleo del *Aloe vera* como agente coagulante natural en la purificación del agua con el fin de reducir su turbidez. En su investigación, probaron dos variantes de este biocoagulante: en forma de polvo (AV-Powder) y en estado líquido (AV-H2O). Encontraron que ambas variantes lograron reducir la turbidez inicial de 13 a 6.0 NTU a un pH de 6 utilizando AV-Powder y a 1.42 NTU a un pH de 7.5 con AV-H2O.

Asimismo, notaron que el uso del *Aloe vera* como coagulante no presentó cambios significativos en los parámetros de pH, alcalinidad y dureza del agua tratada.

Por otro lado, se evaluó la eficacia de la *Colocasia esculenta* como biofloculante para la eliminación de turbidez en aguas, utilizando 7,5 mL de una solución madre de *Colocasia esculenta*, variando el pH en condiciones controladas, por un tiempo de sedimentación de 45 min y se aplicaron. Estos parámetros se utilizaron para determinar el pH más efectivo en el proceso. Entre los resultados, se encontró que el pH óptimo para la eliminación de la turbidez se identificó en 8, evidenciando una eficiencia de remoción de la turbidez del 99.55%. Este pH específico demostró ser altamente efectivo en la reducción significativa de la turbidez del agua tratada. No obstante, se mostró que, a un pH de 10, la eficacia de eliminación de la turbidez disminuyó considerablemente, registrando una eficiencia del 97.89%. Este descenso en la eficacia se atribuye a que el pH extremadamente alcalino (pH 10) se encuentra fuera del rango óptimo. Además, se destaca que el pH del agua ejerce un fuerte impacto en su composición química, y un valor fuera del rango adecuado puede perjudicar el proceso de tratamiento de la turbidez, reduciendo la eficiencia del biofloculante. Por otro lado, se evidenció diferencias estadísticamente significativas entre la turbidez inicial y final, respaldada por un p-valor inferior a 0.05 ($p = 0,000$), el cual implicó que existe un pH óptimo en el cual *Uncucha (Colocasia esculenta)* demuestra su máxima capacidad en la reducción de la turbidez en aguas turbias de Lima en el año 2023. Del mismo modo, Li et al. (2020), obtuvieron resultados destacados en la reducción de la turbidez en su investigación, logrando una disminución del 90,1 % con el quitosano a un pH de 8 y del 91,8 % con el ácido poliglutámico a un pH de 4. La combinación de ambos floculantes reveló una significativa reducción en la demanda química de oxígeno (44.8 %), nitrógeno total (53.4 %), fósforo total (28.1 %) y turbidez (98.3 %). El sedimento resultante de este proceso presentó aproximadamente un 95 % de materia orgánica y un 5,6 % de nutrientes totales, evidenciando su potencial como un excepcional fertilizante orgánico.

Así mismo, se llevaron a cabo pruebas utilizando cinco concentraciones diferentes de *Echinopsis pachanoi*, que variaba entre 25 y 125 mg/L en 1000 mL de agua contaminada por caolín. Estos experimentos se realizaron con el objetivo

de determinar la dosis óptima del coagulante/floculante natural. Por ende, las pruebas se realizaron a un pH de 7 y con un tiempo de sedimentación de 45 min, donde los resultados obtenidos, se observó que la dosis más efectiva de *Echinopsis pachanoi* fue de 5 mL, lo que permitió reducir la turbidez final del agua a 2.70 NTU con una impresionante eficiencia de remoción del 99.65%. Esta dosis demostró ser la más adecuada para este experimento específico, logrando una notable clarificación del agua contaminada por caolín. Por otro lado, se evidenció una diferencia estadísticamente significativa entre la turbidez inicial y final, respaldada por un p-valor inferior a 0.05 ($p = 0,000$), destacando la existencia de una dosis óptima en la cual San Pedro exhibe máxima eficacia en la reducción de la turbidez en aguas turbias de Lima en el año 2023. De manera análoga, Acosta (2021), determinó que la cantidad ideal de sulfato de aluminio fue de 24 mg/L, logrando una alta eliminación de turbidez y color en el agua. No obstante, al incorporar 0.5 mg/L de almidón, la dosis óptima de sulfato de aluminio se redujo a 12 mg/L, manteniendo niveles de eficacia similares en la eliminación de impurezas, observándose eficiencias de remoción del 93.7 % y 94 % para concentraciones de 0.2 mg/L y 0.5 mg/L de almidón, respectivamente.

Por otra parte, se llevó a cabo pruebas utilizando diferentes concentraciones de *Colocasia Esculenta* para determinar la dosis óptima de este coagulante/floculante natural al tratar agua contaminada por caolín, realizando experimentos con cinco concentraciones variando entre 25 y 125 mg/L en 1000 mL de agua contaminada por caolín ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$). Los parámetros de evaluación incluyeron un pH de 8 y un tiempo de sedimentación de 45 min. Tras analizar los resultados obtenidos, se observó que la dosis más efectiva de *Colocasia esculenta* fue de 7.5 mL. Esta cantidad logró reducir la turbidez final del agua a 3.48 NTU con una eficiencia de remoción del 99.55%, demostrando que esta dosis específica fue la más adecuada para este experimento en particular, ya que resultó en una considerable disminución de la turbidez y una alta eficiencia en la remoción de partículas contaminantes en el agua tratada con caolín. En términos de hipótesis, con un nivel de significancia del 5%, la Dosis Óptima de Uncucha indican una diferencia estadísticamente significativa entre la turbidez inicial y final, con un p-valor inferior a 0.05 ($p=0,000$), implicando existe una dosis óptima en la cual

Uncucha (*Colocasia esculenta*) muestra máxima eficacia en la reducción de la turbidez en aguas turbias de Lima en el año 2023. De manera simultánea al estudio llevado a cabo por Tawakkoly, Alizadehdakhel y Dorosti (2019), descubrieron que la reducción de la DQO alcanzó el 39.76%, mientras que la eliminación de turbidez llegó al 62.4% bajo condiciones ideales. Asimismo, mostró que estas condiciones óptimas comprendieron un tiempo de contacto de 45 min, un pH de 7 y una dosis de 40 g/L de Salvia hispánica utilizada como agente coagulante. De manera similar, Desta y Bote (2021) descubrieron que al aplicar una dosis específica de *Moringa oleifera* de 0,4 mg por cada 500 mL de agua, se logra alcanzar una reducción del 99,99 % de turbidez, un 95,34 % de color y un 59,99 % de la DQO en las características básicas del agua. En base a ello, las propiedades ácidas del agua, se obtuvo una eliminación del 95.99% de la turbidez, un 90% del color y un 55.99 % de la DQO.

La evaluación de la efectividad de coagulantes y floculantes naturales derivados de *Echinopsis pachanoi* y *Colocasia esculenta* es importante para comprender su capacidad para tratar aguas turbias. En este estudio, se llevaron a cabo pruebas con el propósito de determinar la capacidad de estos agentes en diferentes condiciones, empleando los niveles óptimos de pH para cada uno, así como una combinación de las dosis óptimas de ambos en varios intervalos de tiempo, entre sus resultados, demostraron que la máxima eliminación de turbidez se alcanza utilizando una combinación específica de 5 mL de *Echinopsis pachanoi* y 7.5 mL de *Colocasia esculenta*, a un pH de 7. En este contexto, esta combinación logró una impresionante remoción del 99.90% de la turbidez en el agua tratada, evidenciando así la excepcional capacidad de esta mezcla de coagulantes y floculantes naturales para mejorar significativamente la claridad del agua contaminada con caolín, resaltando así el gran potencial prometedor de estos agentes en el tratamiento de aguas turbias, subrayando su relevancia en la búsqueda de métodos efectivos y sostenibles para la purificación del agua. Por otro lado, en términos de hipótesis la combinación de San pedro y Uncucha indican diferencias estadísticamente significativas entre la turbidez inicial y final a pH 7 y pH 8, con p-valor inferior a 0.05 en ambos casos, indicando que la combinación de San pedro y Uncucha alcanza su máxima capacidad en la reducción de la turbidez

a estos niveles de pH específicos en el tratamiento de aguas turbias. De manera similar, en el estudio de Gandiwa et al. (2020), los hallazgos de la optimización señalaron que la combinación más efectiva para alcanzar resultados óptimos consistió en un 13 % de alumbre, un 42.6 % de *Moringa oleifera* y un 44.4 % de Cactus opuntia, con una dosis total de coagulante de 45 mg/L. Tras el tratamiento, el agua tratada mostró una turbidez de 2.7 NTU, un pH de 6.99, una conductividad de 308 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y una alcalinidad de 137,7 mg/L. Del mismo modo, Prihatinningtyas (2019), encontró que, los niveles de remoción más elevados de turbidez se alcanzaron a un pH de 11 y una dosis de coagulante de 30 ppmv (partes por millón en volumen). El coagulante natural extraído de Lemna perpusilla demostró ser altamente eficiente en la eliminación de turbidez, logrando niveles de remoción de 85.02 %, 88.98 % y 92.48 % para aguas con turbidez inicial de 50 NTU, 150 NTU y 300 NTU, respectivamente. Por su parte, Villanueva (2019) investigó el impacto de los mucílago deshidratados de la tuna y San pedro en la purificación de agua turbia, utilizando concentraciones variables: 0.75 g/L, 1 g/L y 1.25 g/L, considerando el rango de turbidez inicial de la muestra (entre 500 y 1000 NTU), así como el proceso de extracción del mucílago y un período de remoción de 30 min. Entre sus resultados obtenidos evidenciaron la eficiencia de ambas especies como agentes clarificadores, registrando porcentajes de remoción de turbidez que oscilaron entre el 62 % y el 90 % para la tuna, y entre el 60 % y el 78 % para el San pedro. Según los hallazgos, la concentración óptima para ambas especies es de 1.25 g/L, siendo la tuna el cactus más eficaz en este proceso.

El uso de coagulantes y floculantes naturales derivados de plantas como *Echinopsis pachanoi* y *Colocasia esculenta* se ha convertido en un enfoque relevante para tratar aguas contaminadas, especialmente para la remoción de SST. En este contexto, se realizaron pruebas para evaluar la efectividad de estos agentes en la eliminación de SST, utilizando sus dosis óptimas y niveles de pH adecuados, con el propósito de comprender su viabilidad como alternativas sostenibles en el tratamiento de agua turbia, entre los resultados obtenidos a través del método de gravitación con bomba de vacío se evidenció que a los 35 min de sedimentación, *Colocasia esculenta* logró una remoción del 97.55% de SST, *Echinopsis pachanoi* alcanzó un 98.09%, mientras que la combinación de ambos

agentes naturales logró un 97.49%. Por otro lado, a los 45 min de sedimentación, *Colocasia esculenta* permitió una remoción del 98.86% de SST, *Echinopsis pachanoi* logró un 99.28%, y la combinación de ambos mostró un 99.10% de remoción. Por otro lado, los resultados inferenciales indican diferencias estadísticamente significativas en los niveles de SST entre los tratamientos con San Pedro y Uncucha, con un p-valor menor a 0.05 ($p=0,000$). Por ende, se concluyó existe una diferencia significativa en la remoción de SST entre ambos coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias. Un estudio similar, Nnaji et al. (2022) realizaron un estudio sobre la efectividad de las semillas de *Luffa cylindrica* (LCS) en el proceso de coagulación-floculación en agua contaminada con colorantes. Tras el análisis del agua residual, se encontraron valores iniciales como un pH de 5.55, una turbidez de 340.53 FAU, DBO de 316.35 mg/L, DQO de 1930.4 mg/L, plomo de 2.27 mg/L, níquel de 8.54 mg/L y cromo de 2.315 mg/L. Tras la aplicación del proceso de coagulación-floculación, se obtuvo una remoción del 99.2 % para los SST a un pH de 2, concentración de 1400 mg/L y una duración de 30 min. Del mismo modo, se logró una remoción del 98.29 % para el cromo VI a un pH de 6 y una concentración de 1800 mg/L durante 15 min.

En cuanto a la remoción de sólidos suspendidos totales (SDT) durante el tratamiento de agua utilizando dos agentes coagulantes/floculantes naturales (Uncucha y San Pedro), los valores de SDT (mg/L) final, obtenidos a diferentes intervalos de tiempo (35 y 45 min), demostraron la efectividad de estos agentes en la purificación del agua contaminada, donde los valores iniciales de SDT (mg/L) fueron consistentes en todas las pruebas, registrando 537 mg/L. En los ensayos individuales con Uncucha y San Pedro a los 35 min, se observaron concentraciones finales de 12.79 mg/L y 7.16 mg/L respectivamente. Sin embargo, al combinar Uncucha y San Pedro, la concentración final descendió a 5.62 mg/L en el mismo intervalo de tiempo. Posteriormente, a los 45 min, los ensayos individuales redujeron la concentración de SDT a 5.17 mg/L y 3.56 mg/L para Uncucha y San Pedro respectivamente, mientras que su combinación logró el valor más bajo de SDT, registrando una concentración final de 1.97 mg/L. En base a este resultado, demostró ser más efectiva en la reducción de los SST en el agua, comparado con los tratamientos individuales, mostrando una mayor eficiencia en el proceso de

remoción en ambas etapas de tiempo analizadas (35 y 45 min). Por otro lado, se evidenció diferencias estadísticamente significativas en los niveles de SDT entre los tratamientos con San Pedro y Uncucha, con un p-valor menor a 0.05 ($p=0,000$), indicando que efectivamente existe una variación significativa en la remoción de SDT entre ambos coagulantes y floculantes naturales en el tratamiento de aguas turbias. Paralelamente, Mejía (2023) investigó el efecto de la concentración y el tiempo de exposición del coagulante derivado del cactus San Pedro en la eliminación de materia orgánica en el Río Reque en Chiclayo, donde encontró que una concentración de 20 ppm durante 15 min demostró alta eficacia en la reducción de turbidez (96.98%), conductividad (44.4%) y SST (44.4%), manteniendo el pH dentro de los límites aceptables. En un estudio similar, Alam et al. (2020) exploraron el potencial de la planta *Moringa oleífera* para mejorar la calidad del agua. Los valores iniciales del agua sin tratar mostraron un pH de 8.38, 578.00 mg/L de SST, 267.00 mg/L de dureza, 14.40 NTU de turbidez, 2.97 mg/L de fluoruro, 0.75 mg/L de hierro y 287.00 ufc/100 mL de E. Coli. Los tratamientos individuales con extractos de hojas redujeron SST de 578 a 290 mg/L, mientras que el uso de semillas lo redujo a 334 mg/L. Sin embargo, el tratamiento combinado logró reducir SST a 216 mg/L. En relación a la turbidez, el tratamiento individual con semillas la redujo de 14,4 a 7,8 NTU, y con extractos de hojas a 7,4 NTU. En cambio, el tratamiento combinado logró una disminución mayor, alcanzando 6,20 NTU.

En la cinética química, se observó que el modelo de primer orden muestra los coeficientes de determinación (R^2) superiores a 0.9737, lo que indica que la velocidad de las reacciones de degradación es proporcional a la concentración de los reactantes. Es decir, a medida que se consumen los componentes activos de las plantas, la velocidad de reacción disminuye exponencialmente con el tiempo. Además, los valores de la constante cinética (k) para *Colocasia esculenta* (0.0044 min^{-1}), *Echinopsis pachanoi* (0.0030 min^{-1}) y la combinación (0.0031 min^{-1}) indicaron que los mecanismos de degradación y las estructuras químicas de los componentes activos son análogos en ambas especies. Estos resultados respaldan la eficacia de los coagulantes y floculantes naturales, resaltando la importancia del modelo cinético de primer orden en la descripción de los procesos de clarificación del agua contaminada con caolín. Los modelos cinéticos de orden cero y segundo orden

presentaron peores ajustes ($R^2 < 20\%$), por lo que la cinética de las reacciones no sigue estas ecuaciones. Por otro lado, Nnaji et al. (2022) utilizaron los modelos cinéticos de pseudo-primer orden de Lagergren y de pseudo-segundo orden de Ho para la adsorción de aguas residuales con colorantes en biomasa. Para el modelo de pseudo-primer orden de Lagergren, obtuvieron una constante de adsorción (K_1) de 0.02439 min^{-1} y una capacidad de adsorción en equilibrio ($q_{e.cal}$) de 140 gg^{-1} . La capacidad de adsorción experimental ($q_{e.exp}$) fue de 712.1 gg^{-1} . Se observó una discrepancia entre la capacidad de adsorción calculada a partir de los datos de ajuste en equilibrio ($q_{e.cal}$) y la capacidad experimental ($q_{e.exp}$), lo cual sugiere posibles limitaciones en la capacidad predictiva del modelo. En cuanto al modelo de pseudo-segundo orden de Ho, Nnaji et al. encontraron una constante de adsorción (K_2) de $1.404e^{-1} \text{ min}^{-1}$ y una capacidad de adsorción en equilibrio ($q_{e.cal}$) de 821.7 gg^{-1} . A diferencia del modelo de primer orden, se observó una mayor concordancia entre la capacidad de adsorción calculada a partir de los datos de ajuste ($q_{e.cal}$) y la capacidad experimental ($q_{e.exp}$), respaldada por valores elevados de R^2 y R^2 modificado. Comparando con los resultados de este estudio, es crucial reconocer que las discrepancias entre las capacidades de adsorción calculadas y experimentales, como se observó en ambos estudios, resaltan la complejidad de los procesos de adsorción y la necesidad de considerar factores adicionales que puedan influir en los resultados experimentales.

VI. CONCLUSIONES

La *Echinopsis pachanoi* (San pedro) y *Colocasia esculenta* (Uncucha) como agentes coagulantes y floculantes naturales fueron eficientes en el tratamiento de aguas turbias. Entre los resultados más relevantes se tiene:

1. La muestra inicial presentó valores de 781 NTU de turbidez, 558 mg/L de SST y 537 de SDT. Después del tratamiento con los coagulantes y floculantes se alcanzaron valores de remoción de 99.90% de turbidez, 99.10% de SST y 99.65% de SDT.
2. Las propiedades fisicoquímicas de la *Echinopsis pachanoi* fue de 3.39 % de humedad y 18.1 % de cenizas, y de la *Colocasia esculenta* fue de 6.82 % de humedad y 3.8 de cenizas.
3. El pH óptimo de remoción de la turbidez con *Echinopsis pachanoi* fue de 7, alcanzando una remoción del 99.34%. Mientras que, utilizando *Colocasia esculenta* fue de 8, alcanzando una remoción del 99.55%.
4. La dosis óptima con *Echinopsis Pachanoi* fue de 50 mg/L a un pH 7 y con un tiempo de sedimentación de 45 min, logrando reducir la turbidez a un nivel mínimo de 2.70 NTU, con una eficiencia de remoción del 99.65%. Mientras que, la dosis óptima con *Colocasia esculenta* fue de 75 mg/L a un pH 8 y con un tiempo de sedimentación de 45 min, logrando reducir la turbidez a un nivel mínimo de 3.48 NTU, con una eficiencia de remoción del 99.55%. La combinación óptima fue de 50 mg/L de *Echinopsis pachanoi* y 75 mg/L de *Colocasia esculenta* a un pH de 7, logrando una remoción del 99.90% de la turbidez.
5. La cinética de remoción de la turbidez se ajustó al modelo de primer orden, demostrando que las reacciones siguen un patrón de descomposición exponencial.

VII. RECOMENDACIONES

1. Profundizar en la caracterización de la composición química de *Echinopsis pachanoi* y *Colocasia esculenta* para identificar los compuestos específicos responsables de la actividad coagulante/floculante.
2. Realizar ajustes en las condiciones operacionales, modificando el pH, la dosis y los tiempos de sedimentación según las características del agua a tratar, para garantizar un rendimiento máximo y una buena eficiencia de cada coagulante/floculante en los ensayos experimentales.
3. Investigar los mecanismos cinéticos que están involucrados en las interacciones entre *Colocasia esculenta* y *Echinopsis pachanoi* en la remoción de la turbidez.
4. Evaluar la aplicabilidad y eficiencia de los coagulantes/floculantes (*Colocasia esculenta* y *Echinopsis pachanoi*) naturales en aguas con diferentes características y procedencias.
5. Explorar la viabilidad de los coagulantes/floculantes (*Colocasia esculenta* y *Echinopsis pachanoi*) en pruebas a mayor escala para su implementación en sistemas de tratamiento y purificación de agua.

REFERENCIAS

ACOSTA-BASTAR, A.L. y HERNANDEZ-BARAJAS, R. Dinámica de fluidos computacional del proceso de coagulación-floculación empleando almidón de malanga como floculante para potabilización de agua. ResearchGate [en línea]. México: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2021, 1(1) [consulta: 15 de septiembre de 2023]. ISSN: 2683-3093. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/359479159_Dinamica_de_fluidos_computacional_del_proceso_de_coagulacion-floculacion_employando_almidon_de_malanga_como_floculante_para_potabilizacion_de_agua

ALAM, M.W., PANDEY, P., KHAN, F., SOUAYEH, B. y FARHAN, M. Study to investigate the potential of combined extract of leaves and seeds of moringa oleifera in groundwater purification. International Journal of Environmental Research and Public Health [en línea]. Arabia Saudita: Environmental Research and Public Health, 2020, 17(20) [consulta: 12 de septiembre de 2023]. DOI 10.3390/ijerph17207468. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ijerph17207468>

ANG, W.L. y MOHAMMAD, A.W. State of the art and sustainability of natural coagulants in water and wastewater treatment. Journal of Cleaner Production [en línea]. Malasia: Elsevier, 2020, Vol. 262 [consulta: 18 de septiembre de 2023]. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.121267. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121267>

BENALIA, A., DERBAL, K., KHALFAOUI, A., BOUCHAREB, R., PÁNICO, A., GISONNI, C., CRISPINO, G., PIROZZI, F. y PIZZI, A. Use of aloe vera as an organic coagulant for improving drinking water quality. Water [en línea]. Argelia: Water, 2021, 13(15) [consulta: 07 de septiembre de 2023]. DOI 10.3390/w13152024. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w13152024>

BOUCHAREB, R., DERBAL, K., ÖZAY, Y., BILICI, Z. y DIZGE, N. Combined natural/chemical coagulation and membrane filtration for wood processing wastewater treatment. Journal of Water Process Engineering [en línea]. Argelia: Elsevier, 2020, Vol. 37. [consulta: 10 de septiembre de 2023]. DOI

10.1016/j.jwpe.2020.101521.

Disponible

en:

<https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2020.101521>

CARDENAS PANDURO, A. y SANTOS CHÁVEZ, J. SEDAPAL, propuesta de una unidad de negocio para la comercialización de aguas residuales en Lima. *centrum PUCP* [en línea]. Lima: Pontifice Universidad Catolica del Perú, 2022, [consulta: 10 de septiembre de 2023]. Disponible en:

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/22760/SEDAPAL%2C%20propuesta%20de%20una%20unidad%20de%20negocio%20para%20a%20comercializaci%C3%B3n%20-%20CARDENAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHIAVOLA, A., DI MARCANTONIO, C., D'AGOSTINI, M., LEONI, S. y LAZZAZZARA, M. A. combined experimental-modeling approach for turbidity removal optimization in a coagulation–flocculation unit of a drinking water treatment plant. *Journal of Process Control* [en línea]. Italia: Elsevier, 2023, Vol. 130. [consulta: 5 de septiembre de 2023]. DOI 10.1016/j.jprocont.2023.103068. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2023.103068>

CHOQUE-QUISPE, D., CHOQUE-QUISPE, Y., SOLANO-REYNOSO, A. y RAMOS-PACHECO, B. Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua [en línea]. Santiago de Cuba: Universidad de Oriente, 2018, Vol. 38 no. 2 [consulta: 12 de septiembre de 2023]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852018000200008

CHOQUE QUISPE, Y. Extracción de coagulantes de cactáceas por liofilización para el tratamiento de agua de consumo humano. [en línea]. Perú: Universidad Andina del Cusco, 2021, [consulta: 11 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/4525>

DAMSA, C y JORNETB, A. The unit of analysis in learning research: Approaches for imagining a transformative agenda [en línea]. Noruega: University of Oslo, 2021, Vol. 31 [consulta: 25 de mayo de 2023]. ISSN: 2210-6561. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2020.100407>

DESTA, W.M. y BOTE, M.E. Wastewater treatment using a natural coagulant

(Moringa oleifera seeds): optimization through response surface methodology. Heliyon [en línea]. Etiopía: Heliyon, 2021, 7(11) [consulta: 10 de septiembre de 2023]. DOI 10.1016/j.heliyon.2021.e08451. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08451>

DÍAZ SALAS, S.Y. La prestación del servicio de abastecimiento de agua potable a través de asociaciones públicas - privadas en Arequipa - Perú. [en línea]. Perú: Universidad Católica de Santa María, 2021, [consulta: 13 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11387>

EL BOUAIDI W, LIBRALATO G, TAZART Z, ENAIME G, DOUMA M, OUNAS A, YAACOUBI A, LOFRANO G, CAROTENUTO M, SAVIANO L, SICILIANO A, ROMANO SPICA V, GUIDA M, LOUDI KI M. Nature-based coagulants for drinking water treatment: An ecotoxicological overview. [en línea]. Marruecos: National library of medicine, 2022, [consulta: 5 de septiembre de 2023]. DOI: 10.1002/wer.10782 Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9545364/>

GAAYDA, J.E., TITCHOU, F.E., OUKHRIB, R., YAP, P., LIU, T., HAMDANI, M. y AKBOUR, R.A. Natural flocculants for the treatment of wastewaters containing dyes or heavy metals: A state-of-the-art review. Journal of Environmental Chemical Engineering [en línea]. Marruecos: Elsevier, 2021, 9(5), [consulta: 22 de septiembre de 2023]. DOI 10.1016/j.jece.2021.106060. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106060>

GANDIWA, B.I., MOYO, L.B., NCUBE, S., MAMVURA, T.A., MGUNI, L.L. y HLABANGANA, N. Optimisation of using a blend of plant based natural and synthetic coagulants for water treatment: (Moringa Oleifera-Cactus Opuntia-alum blend). South African Journal of Chemical Engineering [en línea]. Zimbabwe: Elsevier, 2020, Vol. 34 [consulta: 25 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2020.07.005>

GARCÍA PINTO, C.L. Vista de interacciones tóxicas entre contaminantes ambientales y el hombre. ZOOBIOS [en línea]. Colombia: UNAD, 2021, [consulta: 18 de septiembre de 2023]. DOI: 10.22490/notas.4286. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/notas/article/view/4286/4411>

HERNÁNDEZ BERMEJO, J.E. y LEÓN, J. NEGLECTED CROPS 1492 from a different perspective [en línea]. España: FAO Plant Production and Protection, 1994, Vol. 26. [consulta: 10 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/t0646e/t0646e.pdf>

HERNÁNDEZ, C y CARPIO, N. Introducción a los tipos de muestreo [en línea]. El Salvador: Revista Científica del Instituto Nacional de Salud, 2(1), pp. 75-79 [consulta: 21 mayo 2023]. España: NEGLECTED CROPS, 2019. ISSN: 2617-5274. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>

HERNÁNDEZ, S y ÁVILA, D. Técnicas e instrumentos de recolección de datos [en línea]. México: Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA, 2020, 9(17), pp. 51-53 [consulta: 21 de mayo de 2023]. ISSN: 2007-4913. Disponible en: <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>

KENEA, D., DENEKEW, T., BULTI, R., OLANI, B., TEMESGEN, D., SEFIW, D., BEYENE, D., BOTE, M.E. y MEKONIN, W. Investigation on surface water treatment using blended moringa oleifera seed and aloe vera plants as natural coagulants. South African Journal of Chemical Engineering [en línea]. South Africa: Elsevier, 2023, Vol. 45 [consulta: 17 de septiembre de 2023]. DOI 10.1016/j.sajce.2023.06.005. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2023.06.005>

LEÓN, B., PITMAN, N. y ROQUE, J. Introducción a las plantas endémicas del Perú [en línea]. Perú: Scielo, 2006, 13(2), [consulta: 15 de septiembre de 2023]. ISSN 1727-9933. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332006000200004

LI, M., ZHU, X., YANG, H., XIE, X., ZHU, Y., XU, G., HU, X., JIN, Z., HU, Y., HAI, Z. y LI, A. Treatment of potato starch wastewater by dual natural flocculants of chitosan and poly-glutamic acid. Journal of Cleaner Production [en línea]. China: Elsevier, 2020, Vol. 264 [consulta: 12 de septiembre de 2023]. DOI 10.1016/j.jclepro.2020.121641. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121641>

LOPEZ-VIDAL, R.; LAINES-CANEPA, J.R.; HERNANDEZ-BARAJAS, J.R. y APARICIO-TRAPALA, M.A. Evaluación de almidones de malanga (*Colocasia esculenta*) como agentes coadyuvantes en la remoción de turbiedad en procesos de potabilización de agua [en línea]. México: Revista Ingeniería Química, 2014, Vol. 13 no. 3 [consulta: 23 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382014000300018

MANRIQUE TITO, J.A. Análisis comparativo de la disminución de sólidos suspendidos utilizando Opuntia Ficus-Indica y cloruro férrico en las aguas del río Lurín [en línea]. Perú, 2019, [consulta: 21 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3483261>

MARTÍNEZ ORTIZ, L. Obtención y caracterización de almidones de malanga, arroz y maíz ceroso modificados por extrusión termoplástica para su uso como encapsulantes de aceite esencial de naranja [en línea]. México: Repositorio Universidad Veracruzana, 2007, [consulta: 23 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/46987>

MEJIA ROJAS, L.E. Efecto de la concentración y tiempo de contacto del cactus San pedro (*Echinopsis pachanoi*) en la remoción de materia orgánica del río Reque [en línea]. Perú: Repositorio Universidad Nacional "PEDRO RUIZ GALLO", 2022, [consulta: 18 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/10687/Mej%c3%ada_Rojas_Luz_Elizabet.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MEZA-LEONES, M., RIAÑOS-DONADO, K., MERCADO-MARTÍNEZ, I., OLIVERO-VERBEL, R. y JURADO-ERASO, M. Evaluación del poder coagulante del sulfato de aluminio y las semillas de moringa oleífera en el proceso de clarificación del agua de la Ciénaga de Malambo-Atlántico [en línea]. Colombia: Revista UIS Ingenierías, 2018, Vol. 17, no. 2 [consulta: 13 de septiembre de 2023]. DOI 10.18273/revuin.v17n2-2018009. Disponible en: <https://doi.org/10.18273/revuin.v17n2-2018009>

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO [MVCS] 2011. Plan Nacional de Saneamiento 2006 - 2015: DECRETO SUPREMO No 007-2006-

VIVIENDA. [en línea]. [consulta: 14 de septiembre de 2023]. Disponible en: [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/B8E41F10214335FA05257DC70072F50E/\\$FILE/DS_2006_007_VIVIENDA.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/B8E41F10214335FA05257DC70072F50E/$FILE/DS_2006_007_VIVIENDA.pdf)

MITHARWAL, S., KUMAR, A., CHAUHAN, K. y TANEJA, N.K. Nutritional, phytochemical composition and potential health benefits of taro (*Colocasia esculenta* L.) leaves: a review. Food Chemistry [en línea]. India: National Institute of Food Technology Entrepreneurship & Management (NIFTEM), 2022, Vol. 383 [consulta: 16 de septiembre de 2023]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2022.132406. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132406>

MUCHA, L., CHAMORRO, R., OSEDA, M. y ALANIA, R. Evaluación de procedimientos empleados para determinar la población y muestra en trabajos de investigación de posgrado [en línea]. Perú: Universidad Peruana de los Andes, 2021, Vol. 12, no. 1, pp. 50-75 [consulta: 21 mayo 2023]. ISSN: 2307-6100. Disponible en: <https://doi.org/10.37711/desafios.2021.12.1.253>

NNAJI, P.C., ANADEBE, C., EZEMAGU, I.G. y ONUKWULI, O.D. Potential of *Luffa cylindrica* seed as coagulation-flocculation (CF) agent for the treatment of dye wastewater: kinetic, mass transfer, optimization and CF adsorption studies. Arabian Journal of Chemistry [en línea]. Nigeria: Department of Chemical Engineering, Michael Okpara University, 2022, Vol. 15, no. 2 [consulta: 16 septiembre 2023] DOI 10.1016/j.arabjc.2021.103629. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2021.103629>

NOVITA, E., WAHYUNINGSIH, S., PRADANA, H.A., MARSUT, W.D. y F, A.F. Moringa seeds (*Moringa olifera* L.) application as natural coagulant in coffee wastewater treatment. IOP conference series [en línea]. Filipinas: 6.ª Conferencia Internacional sobre Agricultura, Alimentación y Energía Sostenibles, 2019, Vol. 347, no. 1 [consulta: 20 septiembre 2023]. DOI 10.1088/1755-1315/347/1/012019. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/347/1/012019>

PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION, Water and sanitation. PAHO/WHO [en línea]. 2022, [consulta: 7 septiembre 2023]. Disponible en: <https://www.paho.org/en/topics/water-and-sanitation>

PAUCAR, F. y E ITURREGUI, P. Los desafíos de la reutilización de las aguas residuales en el Perú. South sustainability [en línea]. Perú: South Sustainability: januari - june 2020, Vol. 1, no. 1 [consulta: 12 de septiembre de 2023]. DOI 10.21142/ss. Disponible en: <https://doi.org/10.21142/SS-0101-2020-004>

PETRUCCI, R.H., GEOFFREY HERRING, F., MADURA, J.D. y BISSONNETTE, C. Química General [en línea]. España: Pearson educación, 2011, Vol. 10 [consulta: 28 de septiembre de 2023] ISBN: 978-84-8322-680-3. Disponible en: https://quimica247403824.files.wordpress.com/2018/11/quimica_general_petrucchi.pdf

POSADA-VELEZ, M.C., PINEDA-GÓMEZ, P. y MARTINEZ-HERNANDEZ, H.D. Acetylated corn and potato starches as an alternative to the toxic inorganic coagulants/flocculants for wastewater treatment. Environmental Nanotechnology, Monitoring and Management [en línea]. México: Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, 2023, Vol. 20 [consulta: 18 de septiembre de 2023]. DOI 10.1016/j.enmm.2023.100786. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2023.100786>

PRIHATINNINGTYAS, E. Removal of turbidity in water treatment using natural coagulant from lemna perpusilla. IOP conference series [en línea]. Indonesia: International Symposium on Bioremediation, Biomaterial, Revegetation, and Conservation, 2019, Vol. 308, no. 1 [consulta: 15 de septiembre de 2023]. DOI 10.1088/1755-1315/308/1/012007. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/308/1/012007>

QAMAR, K., NCHASI, G., MIRHA, H.T., SIDDIQUI, J.A., JAHANGIR, K., SHAEEN, S.K., ISLAM, Z. y ESSAR, M.Y. Water sanitation problem in Pakistan: A review on disease prevalence, strategies for treatment and prevention. Annals of Medicine and Surgery [en línea]. Pakistán: Facultad de Medicina, Universidad Dow de Ciencias de la Salud, 2022, Vol. 82 [consulta: 14 de septiembre de 2023]. DOI 10.1016/j.amsu.2022.104709. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2022.104709>

RAMOS, C. Diseños de investigación experimental [en línea]. Ecuador: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 2021, 10(1)

[consulta: 3 de mayo de 2023]. ISSN 1390-9592. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>

RODRÍGUEZ REYES, M.Y. Obtención y caracterización de almidones modificados de malanga (*Colocasia esculenta*) y trigo (*Triticum sativum*) y su aplicación en la fabricación de yogurt». [en línea]. México: Repositorio Universidad Veracruzana, 2006, [consulta: 23 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://cdigital.uv.mx/handle/123456789/46905>

RODRIGUES, A.M., AQUINO, D.S. y CORDEIRO, L.L. Avaliação de Aloe arborescens como coagulante para remoção de cor e turbidez em tratamento convencional de água. Ingeniería del agua [en línea]. España: Universidad politécnica de Valencia, 2020, Vol. 24, no. 2, [consulta: 10 de septiembre de 2023]. DOI 10.4995/ia.2020.11562. Disponible en: <https://doi.org/10.4995/ia.2020.11562>

SÁNCHEZ, D. Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación [en línea]. México: Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río, 2022, [consulta: 25 de mayo de 2023]. ISSN: 2007-7629 Disponible en: <https://doi.org/10.29057/estr.v9i17.7928>

SETHU, V., SELVARAJOO, A., LEE, C.W., GANESAN, P., LIM, G. ver y MOK, X.Y. Opuntia cactus as a novel bio-coagulant for the treatment of palm oil mill effluent (POME). [en línea]. Malasia: Universidad de Nottingham, 2019, Vol. 9 [consulta: 16 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.akademiabaru.com/submit/index.php/progee/article/view/1055>

SHENDE, A.P. y CHIDAMBARAM, R. Cocoyam powder extracted from *Colocasia antiquorum* as a novel plant-based bioflocculant for industrial wastewater treatment: Flocculation performance and Mechanism. Heliyon [en línea]. India: Laboratorio de tecnología instrumental y análisis, 2023, Vol. 9, no. 4, [consulta: 15 de septiembre de 2023]. DOI 10.1016/j.heliyon.2023.e15228. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15228>

SISWOYO, E., ZAHRA, R.N., A, N.H., NURMIYANTO, A., UMEMURA, K. y BOVING, T.B. Chitosan of blood cockle shell (*Anadara granosa*) as a natural coagulant for removal of total suspended solids (TSS) and turbidity of well-water.

The Egyptian Journal of Aquatic Research [en línea]. Indonesia: Departamento de Ingeniería Ambiental, 2023, Vol. 49, no. 3, [consulta: 12 de septiembre de 2023]. DOI 10.1016/j.ejar.2023.04.004. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2023.04.004>

TAWAKKOLY, B., ALIZADEHDAKHEL, A. y DOROSTI, F. Evaluation of COD and turbidity removal from compost leachate wastewater using salvia hispanica as a natural coagulant. Industrial Crops and Products [en línea]. Iran: Departamento de Química e Ingeniería Química, 2019, Vol. 137, [consulta: 16 de septiembre de 2023]. DOI 10.1016/j.indcrop.2019.05.038. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.05.038>

UNESCO. Informe Mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos de las Naciones Unidas 2017: Las aguas residuales: el recurso desaprovechado, cifras y datos. unesdoc [en línea]. [consulta: 12 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247553_spa

VALDERRAMA, S. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica / Santiago Valderrama Mendoza. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017, 2da Ed. [consulta: 5 de mayo de 2023] ISBN 978-612-302-878-7

VALERIANO-MAMANI, J.J. y MATOS-CHAMORRO, R.A. Influencia de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) como ayudante en el proceso de Coagulación-Floculación para la remoción de turbidez de una suspensión artificial de bentonita. Información tecnológica [en línea]. Perú: Universidad Peruana Unión, 2019, Vol. 30, no. 5, [consulta: 10 de septiembre de 2023]. DOI 10.4067/s0718-07642019000500299. Disponible en: <https://doi.org/10.4067/s0718-07642019000500299>

VENTURA, J. ¿Población o Muestra?: Una diferencia necesaria [en línea]. Perú: Universidad Privada del Norte, 2017, Vol. 43, no. 4, [consulta: 21 de mayo de 2023]. ISSN: 1561-3127 (Online). Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21453378014>

VILLANUEVA, J. Efecto de tres concentraciones de mucílago de tuna (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller) y de San pedro (*Echinopsis pachanoi* (Britton & Rose)

Friedrich & G.D. Rowley) en la clarificación del agua. [en línea]. Perú: Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, 2019, pp. 55. [consulta: 15 de septiembre de 2023]. Recuperado de: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/3474>

ANEXOS

Anexo 1

Matriz de operacionalización de variables

Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones		Indicadores	Escala de medición / unidades
Independiente	Eficiencia de Echinopsis pachanoi y Colocasia esculenta	La eficiencia de coagulantes y floculantes naturales puede variar según las condiciones específicas del agua a tratar y la metodología de aplicación. Estas plantas se han estudiado en la búsqueda de alternativas naturales a los coagulantes químicos convencionales en el tratamiento de aguas turbias, pero su eficacia puede depender de varios factores, como la concentración de sustancias en el agua, el pH, la temperatura y la naturaleza de las partículas suspendidas (El Bouaidi et al. 2022)	Se llevaron a cabo análisis químicos de los coagulantes y floculantes naturales. Además, se determinó el pH y dosis óptima. También se evaluó la cinética química de la remoción de la turbidez en el tratamiento de aguas turbias.	Caracterización fisicoquímica		Cenizas totales	%
						Humedad	%
				Condiciones de trabajo	pH	4, 6, 7, 8, y 10	1 - 14
					Dosis	Dosis 1	mg/L
						Dosis 2	
						Dosis 3	
						Dosis 4	
						Dosis 5	
				Cinética química		Orden cero	K0 (s ⁻¹)
		Primer orden	K1 (min ⁻¹)				
		Segundo orden	K2 (g ⁻¹ .min ⁻¹)				
Dependiente	Tratamiento de aguas turbias	El tratamiento de aguas turbias se refiere al proceso mediante el cual se toman medidas para eliminar la turbiedad del agua, es decir, las partículas sólidas en suspensión que hacen que el agua se vea opaca y poco clara. Estas partículas pueden incluir sedimentos, arcilla, materia orgánica y otros contaminantes que enturbian el agua (Chiavola et al. 2023)	Se realizó una evaluación de las propiedades físicoquímicas en las aguas turbias, previo y posterior tratamiento.	Caracterización físicoquímica (inicial y final)		Potencial de hidrógeno	unidad de pH
						Temperatura	C°
						SST	mg/L
						SDT	mg/L
						Turbiedad	NTU

Anexo 2 Ficha 1. Registro de datos y descripción de las muestras de agua

Datos generales	
Título	Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Colocasia esculenta</i> como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias
Línea de investigación	Calidad y gestión de los recursos naturales
Responsables	Castillo Zelaya, Erick David - Torres Gutierrez, Karol Magnolia
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto
Identificación de la muestra	
Fecha	
Hora	
Tipo de agua	
Código de muestra	
Toma de la muestra	
Cantidad de muestra	



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275



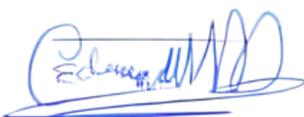
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450
RENACYT: P0030155



Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
CIP: 131344



JONNATAN VICTOR
BARÓN ARIAS
Ingeniero Químico
CIP N° 284651



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO
CGP N° 194

Ficha 2. Cadena de custodia de las muestras de agua

Datos generales

Título	Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Colocasia esculenta</i> como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias
Línea de investigación	Calidad y gestión de los recursos naturales
Responsables	Castillo Zelaya, Erick David
	Torres Gutierrez, Karol Magnolia
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto

Número de custodia:				Solicitante:				Distrito:				Firma:			
Institución:				Dirección:				Provincia:							
Teléfono:				Responsable del muestreo:				Departamento:				Urgencia: Regular / Alta			
Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de muestreo (1)	N° de envases por punto de muestreo			Preservación		Parámetros físico-químicos					Observaciones	
				P (2)	V (2)	E (2)	<6°C	>6°C	pH	Temperatura	Sólidos disueltos totales	Sólidos suspendidos totales	Turbidez		
Entregado:								Recibido:							
Nombre y apellidos		Firma		Institución/ empresa		Nombre y Apellidos		Firma		Institución/ empresa		Fecha	Hora		

Donde:

(1) = **AS** (agua superficial), **AM** (agua de mar), **AR** (agua residual), **BV** (blanco viajero), **BC** (blanco de campo) y **BE** (blanco de equipo)

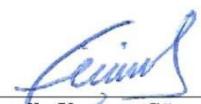
(2) = P (Plástico), V (Vidrio) y E (Estéril)



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155



Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 CIP: 131344



JONNATAN VÍCTOR BAÑÓN ARIAS
 Ingeniero Químico
 CIP N° 28465*



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO
 CGP N° 194

Ficha 3. Registro de los parámetros de las muestras de efluente artificial

Datos generales	
Título	Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Colocasia esculenta</i> como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias
Línea de investigación	Calidad y gestión de los recursos naturales
Responsables	Castillo Zelaya, Erick David - Torres Gutierrez, Karol Magnolia
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto

Parámetros		Unidad de medida	Resultados
Físico	pH	Unidad de pH	
	Temperatura	°C	
Químico	Sólidos suspendidos totales	mg/L	
	Sólidos disueltos totales	mg/L	
	Turbidez	NTU	



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450
RENACYT: P0030155



Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
CIP: 131344



JONNATAN VICTOR
BARÓN ARIAS
Ingeniero Químico
CIP N° 28465*



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO
CGP N° 194

Ficha 4. Descripción de las propiedades químicas de los agentes coagulantes y floculantes

Datos generales			
Título	Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Colocasia esculenta</i> como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias		
Línea de investigación	Calidad y gestión de los recursos naturales		
Responsables	Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutierrez, Karol Magnolia		
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto		
Propiedades Químicas		Fecha:	
Coagulante y floculante	Indicadores	Escala de medidas	Resultados
<i>Echinopsis pachanoi</i> (San Pedro)	Humedad	%	
	Ceniza total	%	
<i>Colocasia esculenta</i> (Unkucha)	Humedad	%	
	Ceniza total	%	



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275



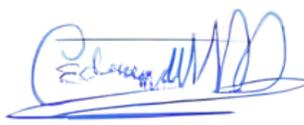
Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450
RENACYT: P0030155



Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
CIP: 131344



JONNATAN VICTOR
BAÑON ARIAS
Ingeniero Químico
CIP N° 284651



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO
CGP N° 194

Ficha 5. Análisis del nivel de pH óptimo para llevar a cabo el proceso de coagulación y floculación

Datos generales	
Título	Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Colocasia esculenta</i> como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias
Línea de investigación	Calidad y gestión de los recursos naturales
Responsables	Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutierrez, Karol Magnolia
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto

Coagulante / Floculante	Concentración de Coagulante / Floculante (mg/L)	Condiciones de trabajo		¿Existe coágulos?		¿Existe flóculos?		pH Final	Turbidez (NTU)
		pH	Tiempo de sedimentación (min)	SI	NO	SI	NO		


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155


Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 CIP: 131344


**JONNATAN VICTOR
 BAÑON ARIAS**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 284651


Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO
 CGP N° 194

Ficha 6. Determinación de la dosis óptima de coagulante y floculante a utilizar

Datos generales	
Título	Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Colocasia esculenta</i> como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias
Línea de investigación	Calidad y gestión de los recursos naturales
Responsables	Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutierrez, Karol Magnolia
Asesor	Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto

Coagulante / Floculante	Concentración de Coagulante / Floculante (mg/L)	Condiciones de trabajo		¿Existe coágulos?		¿Existe flóculos?		pH Final	Turbidez (NTU)
		pH	Tiempo de sedimentación (min)	SI	NO	SI	NO		



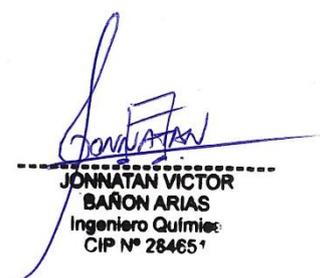
Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450
RENACYT: P0030155



Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
CIP: 131344



JONNATAN VICTOR
BAÑÓN ARIAS
Ingeniero Químico
CIP N° 284651



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO
CGP N° 194

Ficha 7. Parámetros evaluados durante el proceso de tratamiento

Datos generales							
Título		Eficiencia de <i>Echinopsis pachanoi</i> y <i>Colocasia esculenta</i> como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias					
Línea de investigación		Calidad y gestión de los recursos naturales					
Responsables		Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutierrez, Karol Magnolia					
Asesor		Dr. Castañeda Olivera, Carlos Alberto					
N° de muestras	Método de tratamiento	Valores	Parámetros físicos			Parámetros químicos	
			pH	T (°C)	SDT (mg/L)	Turbidez (NTU)	SST (mg/L)
		Inicial					
		Final					
		Inicial					
		Final					
		Inicial					
		Final					



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RENACYT: P0078275



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450
RENACYT: P0030155



Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
CIP: 131344



JONNATAN VICTOR
BAÑON ARIAS
Ingeniero Químico
CIP N° 28465*



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO
CGP N° 194

Anexo 3
VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO
I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Registro de datos y descripción de las muestras de agua**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 de septiembre de 2023



Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cadena de custodia de las muestras de agua**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 de septiembre de 2023


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Registro de los parámetros de las muestras del efluente artificial**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 de septiembre de 2023


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Descripción de las propiedades químicas de los agentes coagulantes y floculantes**
 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 septiembre de 2023


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Análisis del nivel de pH óptimo para llevar a cabo el proceso de coagulación y floculación**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 de septiembre de 2023


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Determinación de la dosis óptima de coagulante y floculante a utilizar**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 septiembre de 2023


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. CARLOS ALBERTO CASTAÑEDA OLIVERA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tecnología Mineral y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros evaluados durante el proceso de tratamiento**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 de septiembre de 2023


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Registro de datos y descripción de las muestras de agua**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cadena de custodia de las muestras de agua**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Registro de los parámetros de las muestras del efluente residual**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Descripción de las propiedades químicas de los agentes coagulantes y floculantes**
 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 septiembre de 2023



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Análisis del nivel de pH óptimo para llevar a cabo el proceso de coagulación y floculación**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Determinación de la dosis óptima de coagulante y floculante a utilizar**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 septiembre de 2023



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dr. ACOSTA SUASNABAR, EUSTERIO HORACIO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ingeniería Química y Ambiental**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros evaluados durante el proceso de tratamiento**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
 CIP N° 25450
 RENACYT: P0030155

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dra. GÜERE SALAZAR, VANESSA FIORRELLA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Conservación de Suelo y Agua**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Registro de datos y descripción de las muestras de agua**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 de septiembre de 2023


Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 CIP: 131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dra. GÜERE SALAZAR, VANESSA FIORRELLA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Conservación de Suelo y Agua**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cadena de custodia de las muestras de agua**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 de septiembre de 2023



Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 CIP: 131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dra. GÜERE SALAZAR, VANESSA FIORRELLA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Conservación de Suelo y Agua**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Registro de los parámetros de las muestras de efluente artificial**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 de septiembre de 2023


Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 CIP: 131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dra. GÜERE SALAZAR, VANESSA FIORRELLA**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Conservación de Suelo y Agua**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Descripción de las propiedades químicas de los agentes coagulantes y floculantes**
 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 septiembre de 2023


 Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 CIP: 131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dra. GÜERE SALAZAR, VANESSA FIORRELLA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Conservación de Suelo y Agua**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Análisis del nivel de pH óptimo para llevar a cabo el proceso de coagulación y floculación**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 de septiembre de 2023


Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 CIP: 131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dra. GÜERE SALAZAR, VANESSA FIORRELLA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Conservación de Suelo y Agua**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Determinación de la dosis óptima de coagulante y floculante a utilizar**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 septiembre de 2023


Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 CIP: 131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Dra. GÜERE SALAZAR, VANESSA FIORRELLA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Conservación de Suelo y Agua**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros evaluados durante el proceso de tratamiento**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Lima, 20 de septiembre de 2023


Dra. Fiorella Vanessa Güere Salazar
 CIP: 131344

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ING. JONNATAN VICTOR BAÑON ARIAS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento de aguas**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Registro de datos y descripción de las muestras de agua**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

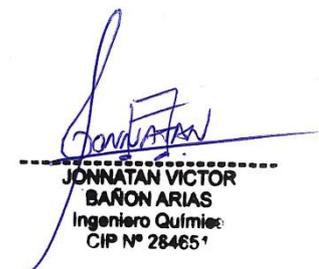
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



**JONNATAN VICTOR
 BAÑON ARIAS**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 284651

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ING. JONNATAN VICTOR BAÑÓN ARIAS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento de aguas**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cadena de custodia de las muestras de agua**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



**JONNATAN VICTOR
 BAÑÓN ARIAS**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 284651

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ING. JONNATAN VICTOR BAÑON ARIAS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento de aguas**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Registro de los parámetros de las muestras del efluente artificial.**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



**JONNATAN VICTOR
 BAÑON ARIAS**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 284651

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ING. JONNATAN VICTOR BAÑON ARIAS**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento de aguas**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Descripción de las propiedades químicas de los agentes coagulantes y floculantes**
 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

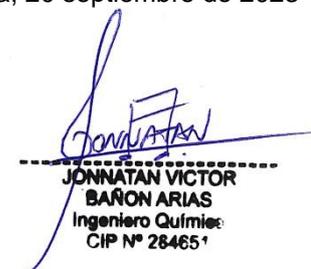
- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 septiembre de 2023



**JONNATAN VICTOR
 BAÑON ARIAS**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 284651

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ING. JONNATAN VICTOR BAÑON ARIAS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento de aguas**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Análisis del nivel de pH óptimo para llevar a cabo el proceso de coagulación y floculación**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



**JONNATAN VICTOR
 BAÑON ARIAS**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 284651

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ING. JONNATAN VICTOR BAÑÓN ARIAS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento de aguas**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Determinación de la dosis óptima de coagulante y floculante a utilizar**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 septiembre de 2023



**JONNATAN VICTOR
 BAÑÓN ARIAS**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 284651

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **ING. JONNATAN VICTOR BAÑON ARIAS**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Tratamiento de aguas**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros evaluados durante el proceso de tratamiento**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



**JONNATAN VICTOR
 BAÑON ARIAS**
 Ingeniero Químico
 CIP N° 284651

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. CESAR EDUARDO CARRERA SAAVEDRA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ciencias ambientales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Registro de datos y descripción de las muestras de agua**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. CESAR EDUARDO CARRERA SAAVEDRA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ciencias ambientales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Cadena de custodia de las muestras de agua**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. CESAR EDUARDO CARRERA SAAVEDRA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ciencias ambientales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Registro de los parámetros de las muestras del efluente artificial.**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. CESAR EDUARDO CARRERA SAAVEDRA**
 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ciencias ambientales**
 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Descripción de las propiedades químicas de los agentes coagulantes y floculantes**
 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 septiembre de 2023



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. CESAR EDUARDO CARRERA SAAVEDRA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ciencias ambientales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Análisis del nivel de pH óptimo para llevar a cabo el proceso de coagulación y floculación**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. CESAR EDUARDO CARRERA SAAVEDRA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ciencias ambientales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Determinación de la dosis óptima de coagulante y floculante a utilizar**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 septiembre de 2023



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: **Mg. CESAR EDUARDO CARRERA SAAVEDRA**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Docente e Investigador / UCV Campus los Olivos**
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: **Ciencias ambientales**
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: **Parámetros evaluados durante el proceso de tratamiento**
- 1.5. Autores de Instrumento: **Castillo Zelaya, Erick David – Torres Gutiérrez, Karol Magnolia**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

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

SI
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

Lima, 20 de septiembre de 2023



Mag. Ing. CARRERA SAAVEDRA CESAR EDUARDO



FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

CAOLÍN

Sinónimos:	Kaolín. Caolinita. Arcilla de China. Arcilla de porcelana. Arcilla blanca lavada. Bolo blanco. E-559.
INCI:	Kaolin.
Fórmula molecular:	$\text{Al}_2\text{H}_4\text{O}_9\text{Si}_2$
Peso molecular:	259,16
Descripción:	Silicato de aluminio hidratado. Se trata de una variante basada en la monografía “Caolín pesado” descrita en Farmacopea Europea.
Datos Físico-Químicos:	Polvo untuoso fino, blanco, beige, o blanco grisáceo. Prácticamente insoluble en agua y en disolventes orgánicos.
Propiedades y usos:	El caolín se obtiene directamente de fuentes minerales, con posterior purificación. Es un polvo químicamente inerte, capaz de adsorber toxinas bacterianas, productos irritantes, alcaloides, etc... Sobre la piel absorbe la humedad, es desodorizante, antiséptico, protector, e impide la fricción.
Efectos secundarios:	Puede producir caolinosis por inhalación, enfisema, y neumoconiosis nodular.
Observaciones:	Ligeramente higroscópico. Apto uso oral a partir del lote 151511.
Conservación:	En envases bien cerrados. PROTEGER DE LA LUZ.
Ejemplos de formulación:	Polvos secantes tópicos

Caolín	20 g
Talco	40 g
Cinc carbonato básico	20 g
Almidón de arroz	20 g

Modus operandi:

Mezclar todos los polvos y homogeneizar bien.

Mascarilla caolínica hidroalcohólica (I)

Caolín	40 g
Bentonita	10 g



FICHAS DE INFORMACIÓN TÉCNICA

Alcohol 96° 10 g
Agua purificada 40 g

Modus operandi:

Mezclar bien en un mortero el caolín y la bentonita, e ir añadiendo lentamente la solución hidroalcohólica, homogeneizando mediante agitación con pistilo.

Mascarilla caolínica hidroalcohólica (II)

Caolín 47 %
Goma tragacanto 1 %
Alcohol 96° 10 %
Agua purificada c.s.p. 100 g

Modus operandi:

Pesar la goma tragacanto y embeberla con el agua destilada, dejándola en maceración unas 24 horas. Pasado este tiempo, añadir el alcohol y verter todo esto sobre el caolín, trabajando hasta que quede homogéneo.

Bibliografía:

- Martindale, *Guía completa de consulta farmacoterapéutica*, 1ª ed. (2003).
- *The Merck Index*, 13ª ed. (2001).
- *Monografías Farmacéuticas*, C.O.F. de Alicante (1998).
- *Formulario básico de medicamentos magistrales*, M.ª José Llopis Clavijo y Vicent Baixauli Comes (2007).
- *Formulario Magistral del C.O.F. de Murcia* (1997).
- *Formulario médico farmacéutico*, PharmaBooks, 2010.
- *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 6th ed., 2009.

Datos del cliente

Razón Social: Torres Gutiérrez Karol Magnolia

Persona de contacto: Torres Gutiérrez Karol Magnolia Correo / Teléfono: 997 079 740

Nombre del proyecto: Tesis de Investigación

Orden de servicio: O.T / O.S : OS-23-004803-0000 Pág. 1 de 1

Plan de Monitoreo:

Informe de ensayo: **IE-23-2138 // CC-23-64901**

Procedencia o lugar de muestreo: Los Olivos - Lima

Item	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA				PARAMETROS DE ENSAYO												PARAMETRO IN SITU				OBSERVACIONES				
	Punto de muestreo / Estación	Código de laboratorio	Muestreo	Clasificación		Ubicación	N° Frascos		S T S	S D S	Turbidides								T° Mtra (°C)	pH (Unidad de pH)		CE (us/cm)	OD (mg/L)	Cloro Libre (mg/L)	Cloro Total (mg/L)
				Grupo	Sub-grupo		Coordenadas (UTM)	V																	
1	MI - 01	M-23 65529	F: 29/09/2023 H: 03:52 p.m.	AR	Domestica	N: 8677682 E: 274765		1	X																Muestra de agua turbia artificial
2	MI - 01	65530	F: 29/09/2023 H: 03:54 p.m.	AR	Domestica	N: 8677682 E: 274765		1		X															Muestra de agua turbia artificial
3	MI - 01	65531	F: 29/09/2023 H: 03:54 p.m.	AR	Domestica	N: 8677682 E: 274765		1			X														Muestra de agua turbia artificial
4			F: H:			N: E:																			
5			F: H:			N: E:																			
6			F: H:			N: E:																			
7			F: H:			N: E:																			
8			F: H:			N: E:																			

Descripción de equipos utilizados:

Item	Código interno del equipo	Nombre de equipo
1		
2		
3		
4		

Leyenda

F: Fecha N: Norte V: Vidrio T° Mtra: Temperatura de Muestra CE: Conductividad Eléctrica
H: Hora E: Este P: Plástico T° Amb: Temperatura ambiente OD: Oxígeno Disuelto

Muestreado por: Karol Torres Cliente: Karol Torres

Fecha: 29/09/2023 29/09/2023

Firma: *[Firma]* *[Firma]*

Clasificación de la Matriz Agua, Ref: NTP 214.042

GRUPO	SUB - GRUPO
AN: Aguas Naturales	SUPERFICIAL (Río, Laguna) SUBTERRANEA (Manantial - Termal)
AR: Aguas Residuales	DOMESTICA - INDUSTRIAL - MUNICIPAL
AH: Aguas para Uso y Consumo Humano	PISCINA Y LAGUNA ARTIFICIAL BEBIDA (Potable, Mesa, Envasada)
AS: Aguas Salinas	MAR - SALOBRES - SALMUERA AGUA INYECCION Y REINYECCION
AP: Aguas de Proceso	CIRCULACION O ENFRAMIENTO - AGUA DE CALDERAS ALIMENTACION DE CALDERAS - AGUA DE LIQVIVACION AGUA PURIFICADA - AGUA DE INYECCION Y REINYECCION



Observaciones / Comentarios

Muestreado por: ALAB Cliente

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-21138

N° Id.: 0000089303

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: TORRES GUTIERREZ KAROL MAGNOLIA
2.-DIRECCIÓN	: Jr. Meliton Carbajal 505 Urb. Ingeniería San Martín de Porres (Referencia: al costado de la comisaría de Habich)
3.-PROYECTO	: TESIS DE INVESTIGACION
4.-PROCEDENCIA	: LOS OLIVOS - LIMA
5.-SOLICITANTE	: TORRES GUTIERREZ KAROL MAGNOLIA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000004803-2023-0002
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-10-09

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Residual
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 3
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-09-30
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-09-30 al 2023-10-09

Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos 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.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-21138

N° Id.: 0000089303

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Sólidos Suspendidos Totales ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Sólidos Totales Disueltos ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Turbidez ⁽¹⁾	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24th Ed. 2023.	Turbidity. Nephelometric Method

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

"APHA" : American Public Health Association

⁽¹⁾ Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA**SEDE PRINCIPAL**Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572**SEDE ZARUMILLA**Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572**SEDE AREQUIPA**COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572**SEDE PIURA**Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-21138

N° Id.: 0000089303

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-65529	M-23-65530	M-23-65531			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	MI-01	MI-01	MI-01			
COORDENADAS:	E:0274765	E:0274765	E:0274765			
UTM WGS 84:	N:8677682	N:8677682	N:8677682			
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual			
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Doméstica	Agua Residual Doméstica	Agua Residual Doméstica			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA					
FECHA y HORA DE MUESTREO :	29-09-2023 15:52	29-09-2023 15:54	29-09-2023 15:54			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	-	-	781,00
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	2,0	5,0	558,0	-	-
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2	5	-	537	-

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

"FIN DE DOCUMENTO"
SEDE PRINCIPAL

 Av. Guardia Chalaca N° 1877,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0756
 Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA

 Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 9,
 Bellavista - Callao
 Telf.: (+01) 713 0636
 Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA

 COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
 Arequipa
 Telf.: (+054) 616 843
 Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA

 Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
 Castilla - Piura
 Telf.: (+073) 542 335
 Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

Anexo 8

“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA

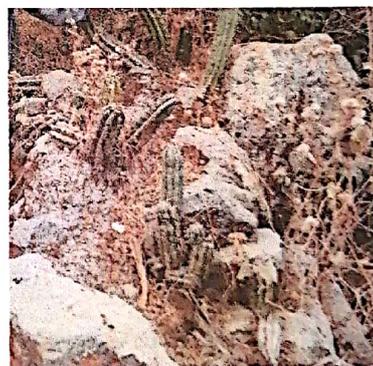
EL BLGO. JOSEF KAROL VALENCIA PANCORBO IDENTIFICADO CON DNI N° 45127117, CON CBP 12454

Hace constar:

Que, mediante la presente se informa que los materiales botánicos, *Echinopsis pachanoi* (San pedro) y *Colocasia esculenta* (Uncucha), fueron sometidos a un proceso de análisis con el objetivo de caracterizarlos y verificar la autenticidad de ambas especies. Los caracteres morfológicos y la estructura anatómica permiten concluir que el San pedro es un cactus mucilagoso y la Uncucha es un tubérculo arenoso de naturaleza reservante. La caracterización de ambas especies se presenta en las siguientes fichas técnicas para ambas especies:

Tabla 1. Ficha técnica de *Echinopsis pachanoi*

Ficha técnica de San pedro	
Descripción taxonómica del San pedro	
Familia:	<i>Cactacea</i>
Especie:	<i>Echinopsis</i>
Nombre:	<i>Echinopsis pachanoi</i>
Nombre común:	San pedro
Nombres comunes:	Gigantón, agua colla, huachuma.
Descripción botánica del San pedro	
<ul style="list-style-type: none">• Planta columnar con muchas ramificaciones• Tallo de color verde oscuro, glauco.• Las costillas son amplias (su número es 6 a 8).• Areolas deprimidas que presentan de 3 a 7 espinas desiguales, de color gris o amarillo pálido.• Presenta una marcada depresión horizontal por encima de cada areola.• Las espinas se encuentran en número de 3 a 7, aunque a menudo no existen, miden hasta 2 cm de longitud y su color es amarillo claro o marrón.	

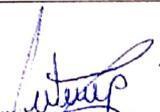


Josef Karol Valencia Pancorbo
Biólogo
CBP. 12454

Tabla 2. Ficha técnica de *Colocasia esculenta*

Ficha técnica de la Uncucha	
Descripción taxonómica de la Uncucha	
Familia:	<i>Araceae</i>
Especie:	<i>Esculenta</i>
Nombre:	<i>Colocasia esculenta</i>
Nombre común:	Uncucha
Nombres comunes:	Pituca, taro, malanga,
Descripción botánica del San pedro	
<ul style="list-style-type: none"> • Forma ovalada, ovoide. • Es un tubérculo rico en minerales y carbohidratos beneficiosos para la salud. • El tallo de la planta también constituye un remedio natural, fuente de tiamina, riboflavina, hierro, fósforo y zinc, un buen recurso de vitamina B6, vitamina C, niacina, potasio, cobre y manganeso. Los cormos (tallo bulboso subterráneo) tienen un alto contenido en almidón y son fuente de fibra dietética. • El cultivo óptimo de la Uncucha se encuentra ampliamente difundido desde los trópicos hasta los límites de las regiones templadas, requiere precipitaciones altas de 1800 a 2500 msnm (ceja de selva). Temperaturas entre 25 y 35 °C y buena iluminación. Algunas Variedades de Pituca crecen en suelos donde el agua es suministrada por irrigación (cultivos secos), mientras que otras crecen bajo agua. • Dependiendo del eco tipo la altura varía entre 1.00 y 3.00 metros, sin tallo aéreo; el seudotallo central es elipsoidal, conocido como como, el tubérculo es rico en carbohidratos, en su base las hojas salen en forma de espádice, la duración del ciclo de crecimiento de las hojas es entre los 270 a 330 días, tiempo en que la formación de mucilago disminuye considerablemente. 	




 Josef Karol Valencia Pancorbo
Biólogo
 CBP. 12454

Blgo. Josef Karol Valencia Pancorbo



"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CONSTANCIA

El que suscribe Jefe del Laboratorio de Química, de la Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad Nacional de Ingeniería certifica:

Que los estudiantes de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, **TORRES GUTIERREZ, Karol Magnolia**, con código de estudiante 7001250116 y **CASTILLO ZELAYA, Erick David**, con código de estudiante 7002269869, realizaron en este laboratorio los ensayos de prueba para determinar el pH óptimo, dosis óptima, tiempo de sedimentación adecuado, cinética química, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, que corresponden a la tesis de investigación titulada:

"Eficiencia de Echinopsis pachanoi y Colocasia esculenta como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias", de acuerdo al cronograma de laboratorio presentado, se utilizaron los equipos de laboratorio de manera correcta según las normas, y los mismos que durante su permanencia en este lugar demostraron responsabilidad y puntualidad en sus labores realizadas.

Se expide este documento a solicitud de los interesados para los fines que vean por conveniente.

Lima, 28 de octubre del 2023



ING. CARLOS ALBERTO CHAFLOQUE ELÍAS
Jefe de Laboratorio de Química FIIS

Anexo 9

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CONSTANCIA

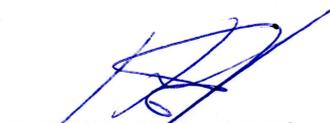
El que suscribe Especialista en Laboratorio de Química Ambiental, de la Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo certifica:

Que los estudiantes de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental, **CASTILLO ZELAYA, Erick David**, con código de estudiante 7002269869 y **TORRES GUTIERREZ, Karol Magnolia**, con código de estudiante 7001250116, realizaron en este laboratorio los ensayos de prueba para determinar el pH óptimo, dosis óptima, tiempo de sedimentación adecuado, cinética química, sólidos suspendidos totales, sólidos disueltos totales, que corresponden a la tesis de investigación titulada:

"Eficiencia de Echinopsis pachanoi y Colocasia esculenta como coagulantes y floculantes naturales para el tratamiento de aguas turbias", de acuerdo al cronograma de laboratorio presentado, se utilizaron los equipos de laboratorio de manera correcta según las normas, y los mismos que durante su permanencia en este lugar demostraron responsabilidad y puntualidad en sus labores realizadas.

Se expide este documento a solicitud de los interesados para los fines que vean por conveniente.

Lima, 11 de diciembre del 2023


.....
Hitler Román Pérez
ING. AMBIENTAL

.....
Especialista en laboratorio de
química ambiental


.....
Dr. Ing Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RANACYT: P0078275

.....
Dr. Carlos A. Castañeda Olivera
Asesor

Resultados postratamiento

Ensayo	Unidad	<i>Echinopsis pachanoi</i>	<i>Colocasia esculenta</i>	<i>Echinopsis pachanoi</i> + <i>Colocasia esculenta</i>
Cenizas	%	18.1	3.8	-
Humedad	%	3.39	6.82	-
pH óptimo	pH	7	8	7
Dosis óptima	mg/L	50	75	50 + 75
Turbidez	NTU	2.7	3.48	0.75
SST	mg/L	4	6.33	5
SDT	mg/L	3.56	5.17	1.97
Tiempo de sedimentación	min	45	45	45



.....
Hitler Román Pérez
ING. AMBIENTAL

.....
Especialista en laboratorio de
química ambiental



.....
Dr. Ing Carlos Alberto Castañeda Olivera
DOCENTE E INVESTIGADOR
CIP: 130267
RANACYT: P0078275

.....
Dr. Carlos A. Castañeda Olivera
Asesor

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-23613

N° Id.: 0000091778

I. DATOS DEL SERVICIO

1.-RAZON SOCIAL	: TORRES GUTIERREZ KAROL MAGNOLIA
2.-DIRECCIÓN	: Jr. Meliton Carbajal 505 Urb. Ingeniería San Martín de Porres (Referencia: al costado de la comisaría de Habich)
3.-PROYECTO	: PROYECTO DE INVESTIGACION
4.-PROCEDENCIA	: NO INDICA
5.-SOLICITANTE	: TORRES GUTIERREZ KAROL MAGNOLIA
6.-ORDEN DE SERVICIO N°	: 0000004803-2023-0003
7.-PROCEDIMIENTO DE MUESTREO	: NO APLICA
8.-MUESTREADO POR	: MUESTRA Y DATOS PROPORCIONADO POR EL CLIENTE SEGUN CADENA DE CUSTODIA
9.-FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	: 2023-10-23

II. DATOS DE ÍTEMS DE ENSAYO

1.-PRODUCTO	: Agua Residual
2.-NÚMERO DE MUESTRAS	: 4
3.-FECHA DE RECEP. DE MUESTRA	: 2023-10-13
4.-PERÍODO DE ENSAYO	: 2023-10-13 al 2023-10-23



Liz Y. Quispe Quispe
Jefe de Laboratorio
CIP N° 211662



Los resultados contenidos en el presente documento sólo están relacionados con los ítems ensayados. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de Analytical Laboratory E.I.R. L. Los resultados de los ensayos 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.

Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia.

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-23613

N° Id.: 0000091778

III. MÉTODOS Y REFERENCIAS

TIPO DE ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA	TÍTULO
Sólidos Suspendidos Totales ^(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 24th Ed. 2023.	Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
Turbidez ^(*)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 24th Ed. 2023.	Turbidity. Nephelometric Method

"SMEWW" : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater

"APHA" : American Public Health Association

^(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

SEDE PRINCIPAL

Av. Guardia Chalaca N° 1877,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0756
Cel.: 977 516 675 / 940 598 572

SEDE ZARUMILLA

Prolongación Zarumilla Mz. D2 Lt. 3,
Bellavista - Callao
Telf.: (+01) 713 0636
Cel.: 937 111 379 / 940 598 572

SEDE AREQUIPA

COOP SIDSUR Mz E Lt. 9,
Arequipa
Telf.: (+054) 616 843
Cel.: 932 646 642 / 940 598 572

SEDE PIURA

Urb. Miraflores Mz. G Lt. 17,
Castilla - Piura
Telf.: (+073) 542 335
Cel.: 919 475 133 / 940 598 572

INFORME DE ENSAYO N°: IE-23-23613

N° Id.: 000091778

IV. RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4			
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-23-70472	M-23-70473	M-23-70475	M-23-70476			
CÓDIGO DEL CLIENTE:	EPUCU-001	EPUCU-001	CSUCV-001	CSUCV-001			
COORDENADAS:	E:0274765	E:0274765	E:0274765	E:0274765			
UTM WGS 84:	N:8677682	N:8677682	N:8677682	N:8677682			
PRODUCTO:	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual	Agua Residual			
SUB PRODUCTO:	Agua Residual Doméstica	Agua Residual Doméstica	Agua Residual Doméstica	Agua Residual Doméstica			
INSTRUCTIVO DE MUESTREO:	NO APLICA						
FECHA y HORA DE MUESTREO :	12-10-2023 21:00	12-10-2023 21:30	12-10-2023 21:30	12-10-2023 21:36			
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Turbidez (*)	NTU	NA	0,01	1,68	-	4,18	-
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	2,0	5,0	-	<5,0	-	6,6

(*) Los resultados obtenidos corresponde a métodos que han sido acreditados por el INACAL - DA

L.C.M.: Límite de cuantificación del método, "<"= Menor que el L.C.M.

L.D.M.: Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.D.M.

"-": No ensayado

NA: No Aplica

V. OBSERVACIONES

Los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió.

VI.MODIFICACIONES A LOS INFORMES DE ENSAYO

LA MODIFICACION EN UN "CAMBIO DE FORMA" DEL INFORME DE ENSAYO ORIGINAL IE-23-22592 CON FECHA DE EMISIÓN 2023-10-23

"FIN DE DOCUMENTO"