

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Comparación de dos coagulantes: resina del fruto y cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA
AMBIENTAL**

AUTORA: Miraval Vigilio, Fiorela Flavia

ASESOR: Romero Estacio, Jorge Antonio

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANUCO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Biotecnología y Nanotecnología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Biotecnología ambiental

Disciplina: Biotecnología ambiental

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72245857

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22520481

Grado/Título: Maestro en gestión pública para el desarrollo social

Código ORCID: 0009-0000-2063-4076

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Morales Aquino, Milton Edwin	Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
2	Camara Llanos, Frank Erick	Doctor en ciencias de la salud	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Tarazona Mirabal, Herman Atilio	Magister en salud pública y gestión sanitaria gestión y planeamiento educativo	22411008	0000-0001-5319-4708



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 18:00 horas del día 08 del mes de mayo del año 2026, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

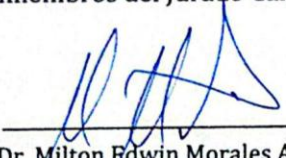
- Dr. Milton Edwin Morales Aquino (Presidente)
- Dr. Frank Erick Camara Llanos (Secretario)
- Mg. Herman Atilio Tarazona Mirabal (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 0704-2026-D-FI-UDH** para evaluar la Tesis intitulada: **"Comparación de dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha"**, presentado por el (la) Bach. **MIRAVAL VIGILIO, FIORELA FLAVIA** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

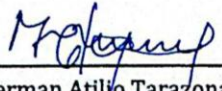
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO Por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 19:15 horas del día 08 del mes de Mayo del año 2026, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Dr. Milton Edwin Morales Aquino
DNI: 44342697
ORCID: 0000-0002-2250-3288
Presidente


Dr. Frank Erick Camara Llanos
DNI: 44287920
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Secretario


Mg. Herman Atilio Tarazona Mirabal
DNI: 22411008
ORCID: 0000-0001-5319-4708
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: FIORELA FLAVIA MIRAVAL VIGILIO, de la investigación titulada "Comparación de dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha", con asesor(a) JORGE ANTONIO ROMERO ESTACIO, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0750-2025-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 16 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 16 de abril de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Jr. Hermilio Valdizán N° 871 - Jr. Progreso N° 650 - Teléfonos: (062) 511-113
Telefax: (062) 513-154
Huánuco - Perú

60. FIORELA FLAVIA MIRAVAL VIGILIO.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

16%	16%	3%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
2	hdl.handle.net	3%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.umsa.bo	1%
	Fuente de Internet	
4	repositorio.unjfsc.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.unfv.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A nuestro padre celestial por brindarme cada día una nueva oportunidad para poder cumplir mis metas junto con él, a mis abuelos Flavia y Martin por apoyarme y amarme incondicionalmente.

De igual manera con profundo amor, respeto y gratitud a mis padres Dola y Primo por su amor, apoyo, consejos y ánimos que me dan para seguir afrontando los obstáculos que se me presenten, que cada logro que obtenga será el resultado de su trabajo constante, a mis hermanos John y Said por nunca dejarme sola en mis peores momentos y ser mis compañeros de vida.

Dedico también este logro a mis tías Zoila, Judy, Jacinta y Lucinda por confiar en mí y apoyarme en esta etapa y en otras, mis primas Katy, Sheyla, Nicole y Angeles por nunca abandonarme y finalmente a mis ángeles del cielo por cuidarme siempre.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi total agradecimiento es para Dios por concederme culminar mi etapa de formación profesional, así como también por permitirme afrontar nuevos retos. Agradezco también a la Universidad de Huánuco, por permitirme desarrollar esta presente investigación en su área de laboratorio, apoyándome a culminar con éxito el desarrollo experimental del presente estudio, asimismo también apporto en mi formación académica junto con distintos profesionales pertenecientes a la escuela académica de Ingeniería Ambiental.

Seguidamente agradezco a mi asesor el Mg. Jorge Antonio Romero Estacio, por apoyarme, orientarme con sus conocimientos y respaldarme con el fin de culminar con éxito el proyecto de investigación, de igual manera a mis jurados, gracias por su orientación, paciencia y sus conocimientos brindados.

Finalmente agradezco a mi familia por confiar en mí y por acompañarme de principio a fin en mi etapa de formación profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
INDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	XII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	XIV
RESUMEN.....	XVI
ABSTRACT.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPÍTULO I.....	20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	20
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	22
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	22
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	22
1.3. OBJETIVOS.....	23
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	23
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	23
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	23
1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	24
1.4.3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	24
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	24
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	25
CAPÍTULO II.....	26
MARCO TEÓRICO	26
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	26
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	26
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	28
2.1.3. ANTECEDENTES NACIONALES.....	30
2.2. BASES TEÓRICAS.....	32

2.2.1. COAGULACIÓN	32
2.2.2. TURBIDEZ	40
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	49
2.4. HIPÓTESIS.....	50
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	50
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	51
2.5. VARIABLES	51
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	51
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE	51
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	52
CAPÍTULO III	53
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	53
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	53
3.1.1. ENFOQUE	54
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	54
3.1.3. DISEÑO	54
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	56
3.2.1. POBLACIÓN.....	56
3.2.2. MUESTRA	56
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..	57
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	57
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	61
CAPÍTULO IV.....	63
RESULTADOS.....	63
4.1. PROCESAMIENTOS DE DATOS	63
4.1.1. CARACTERÍSTICAS FISIOQUÍMICAS BÁSICAS DEL AGUA DE LA QUEBRADA CHALLHUACocha.....	63
4.1.2. ENSAYOS PRELIMINARES	65
4.1.3. ENSAYOS EXPERIMENTALES CON EL FLOCULADOR VELD SCIENTIFICA PARA DETERMINAR LAS DOSIS ÓPTIMA DE LOS COAGULANTES NATURALES CON EL AGUA DE LA QUEBRADA CHALLHUACocha	69

4.1.4.	DESCRIPCIÓN DEL ÍNDICE DE WILLCOMB Y EL TAMAÑO DEL FLOC EN LAS DIFERENTES PRUEBAS DE ENSAYOS	97
4.1.5.	DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS COAGULANTES NATURALES.....	104
4.1.6.	ENSAYO COMPARATIVO ENTRE LOS COAGULANTES NATURALES CON EL FLOCULADOR VELD SCIENTIFICA CON EL AGUA DE LA QUEBRADA CHALLHUACocha.....	106
4.1.7.	DESCRIPCIÓN DEL ÍNDICE DE WILLCOMB Y EL TAMAÑO DEL FLOC EN EL ENSAYO COMPARATIVO ENTRE LOS COAGULANTES NATURALES.....	114
4.2.	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	116
4.2.1.	CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL.....	116
4.2.2.	CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	118
CAPÍTULO V		120
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		120
CONCLUSIONES		122
RECOMENDACIONES		124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		125
ANEXOS		132

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características químicas de la cáscara de plátano	39
Tabla 2 Diferencias entre color y turbidez	43
Tabla 3 Índice de floculación de Willcomb	48
Tabla 4 Matriz experimental con las dosis y el tratamiento correspondiente	55
Tabla 5 Coordenadas en UTM.....	56
Tabla 6 Indicador, técnica e instrumento para la recolección de datos	57
Tabla 7 Valores de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha de las distintas pruebas	63
Tabla 8 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para la prueba preliminar sin el floculador	65
Tabla 9 Ensayo de verificación de la capacidad coagulante de la cáscara de plátano en polvo (malla 60) con agua de la quebrada Challhuacocha (18/07/2025)	65
Tabla 10 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para la prueba preliminar sin el floculador	67
Tabla 11 Ensayo de verificación de la capacidad coagulante resina del fruto en líquido, con agua de la quebrada Challhuacocha (20/07/2025).....	67
Tabla 12 Dosis seleccionada del coagulante químico sulfato de aluminio a 1%, para la prueba patrón con el floculador	69
Tabla 13 Dosis óptima del coagulante químico sulfato de aluminio a 1% para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha (19/11/2025)	70
Tabla 14 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 1 con el floculador	71
Tabla 15 Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 1 (20/11/2025)	72
Tabla 16 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 1 con el floculador	73

Tabla 17 Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 1 (20/11/2025)	74
Tabla 18 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 2 con el floculador	75
Tabla 19 Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 2 con un grupo de control (24/11/2025)	76
Tabla 20 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 2 con el floculador	77
Tabla 21 Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 2 con un grupo de control (24/11/2025)	78
Tabla 22 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 3 con el floculador	79
Tabla 23 Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 3 (25/11/2025)	80
Tabla 24 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 3 con el floculador	81
Tabla 25 Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 3 (25/11/2025)	82
Tabla 26 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 4 con el floculador	83
Tabla 27 Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 4 (26/11/2025)	84
Tabla 28 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 4 con el floculador	85

Tabla 29 Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 4 (26/11/2025)	86
Tabla 30 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 5 con el floculador	87
Tabla 31 Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 5 (27/11/2025)	88
Tabla 32 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 5 con el floculador	89
Tabla 33 Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 5 (27/11/2025)	90
Tabla 34 Dosis seleccionada del coagulante químico sulfato de aluminio a 1%, para la prueba patrón con el floculador	91
Tabla 35 Dosis óptima del coagulante químico sulfato de aluminio a 1% para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha (04/12/2025)	92
Tabla 36 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 1 utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el floculador	93
Tabla 37 Resultados del efecto en la reducción de la turbidez en el ensayo 1, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el coagulante natural cáscara de plátano (08/11/2025)	94
Tabla 38 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 1 utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el floculador	95
Tabla 39 Resultados del efecto en la reducción de la turbidez en el ensayo 1, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el coagulante natural resina del fruto (08/12/2025)	96
Tabla 40 Descripción del comportamiento del floc al coagulante químico sulfato de aluminio 1% en el ensayo patrón.....	97
Tabla 41 Descripción del comportamiento del floc al coagulante natural cáscara de plátano	98

Tabla 42 Descripción del comportamiento del floc al coagulante natural resina del fruto	100
Tabla 43 Descripción del comportamiento del floc, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con los coagulantes naturales	102
Tabla 44 Análisis proximal de la cáscara de plátano.....	104
Tabla 45 Análisis proximal de la resina del fruto	105
Tabla 46 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) en el ensayo 1 para la prueba comparativa con el floculador	106
Tabla 47 Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 1 (09/12/2025)	107
Tabla 48 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) en el ensayo 1 para la prueba comparativa con el floculador	108
Tabla 49 Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 1 (09/12/2025)	109
Tabla 50 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) en el ensayo 2 para la prueba comparativa con el floculador	110
Tabla 51 Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 2 (10/12/2025)	111
Tabla 52 Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) en el ensayo 2 para la prueba comparativa con el floculador	112
Tabla 53 Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 2 (10/12/2025)	113
Tabla 54 Descripción del comportamiento del floc con la dosis óptima a los coagulantes naturales.....	114
Tabla 55 Prueba de normalidad de los datos obtenidos de la tabla 51 y la tabla 53.....	116
Tabla 56 Prueba de homogeneidad de varianzas	117
Tabla 57 Prueba t de Student para muestras independientes.....	117

Tabla 58 Comparación de los coagulantes en las 5 pruebas experimentales con distintas dosis	118
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Proceso de la coagulación - floculación	33
Figura 2 Partes de la platanera.....	38
Figura 3 Cáscara de plátano.....	39
Figura 4 Resina del fruto.....	40
Figura 5 Comparador de WRA para evaluar el tamaño del flóculo.....	48
Figura 6 Descripción de los resultados del ensayo de verificación de la capacidad coagulante de la cáscara de plátano en polvo (malla 60) con agua de la quebrada challhuacocha	66
Figura 7 Descripción de los resultados del ensayo de verificación de la capacidad coagulante resina del fruto con agua de la quebrada challhuacocha.....	68
Figura 8 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante químico sulfato de aluminio a 1% de manera gráfica en la prueba patrón ...	70
Figura 9 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 1	72
Figura 10 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto de manera gráfica en el ensayo 1.....	74
Figura 11 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 2. incluyendo un grupo de control.....	76
Figura 12 Descripción de los resultados de la reducción de la turbidez de manera gráfica en el ensayo 2 incluyendo un grupo de control, utilizando como coagulante natural resina del fruto	78
Figura 13 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 3	80
Figura 14 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto de manera gráfica en el ensayo 3.....	82
Figura 15 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 4	84
Figura 16 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto de manera gráfica en el ensayo 4.....	86

Figura 17 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 5	88
Figura 18 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 5	90
Figura 19 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante químico sulfato de aluminio a 1% de manera gráfica en la prueba patrón ...	92
Figura 20 Descripción de los resultados del efecto en la reducción de la turbidez en el ensayo 1, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el coagulante natural cáscara de plátano.....	94
Figura 21 Descripción de los resultados del efecto en la reducción de la turbidez en el ensayo 1, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el coagulante natural resina del fruto	96
Figura 22 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 1	107
Figura 23 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto de manera gráfica en el ensayo 1.....	109
Figura 24 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 2	111
Figura 25 Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto de manera gráfica en el ensayo 2.....	113

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Lavado y cortado de la cáscara de plátano verde para la obtención del coagulante natural cáscara de plátano en polvo.	148
Fotografía 2 Secado y molido de la cáscara de plátano verde para la obtención del coagulante natural cáscara de plátano en polvo.	148
Fotografía 3 Obtención del coagulante natural cáscara de plátano en polvo.	149
Fotografía 4 Obtención del coagulante natural cáscara resina del fruto.	149
Fotografía 5 Extracción del coagulante químico sulfato de aluminio para la preparación de las soluciones para la prueba patrón.	150
Fotografía 6 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante químico sulfato de aluminio.	150
Fotografía 7 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 1.	151
Fotografía 8 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 1.	151
Fotografía 9 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 2.	152
Fotografía 10 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 2.	152
Fotografía 11 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 3.	153
Fotografía 12 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 3.	153
Fotografía 13 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 4.	154

Fotografía 14 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 4.	154
Fotografía 15 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 5.	155
Fotografía 16 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 5.	155
Fotografía 17 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 6.	156
Fotografía 18 Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 6.	156
Fotografía 19 Realizando el análisis descriptivo del comportamiento del floc en las seis jarras con el coagulante natural cáscara de plátano.	157
Fotografía 20 Realizando el análisis descriptivo del comportamiento del floc en las seis jarras con el coagulante natural resina del fruto.	157
Fotografía 21 Extracción de la muestra de las jarras después de culminar el proceso de coagulación para luego medir la turbidez residual.	158
Fotografía 22 Visita de supervisión del docente asesor en la ejecución del proyecto.	158

RESUMEN

La presente tesis tiene como título: “Comparación de dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha”, teniendo como **objetivo** principal, comparar cuál de los dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) es más eficiente como coagulante en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha, presentando un estudio con intervención, prospectiva, longitudinal y analítica, teniendo como población de estudio el agua de la quebrada challhuacocha del centro poblado de challhuacocha, siendo utilizada por los pobladores para su consumo humano. Se utilizó una **metodología** experimental, utilizando 130 litros de agua de la quebrada Challhuacocha para las 5 pruebas experimentales y para la prueba comparativa entre los coagulantes naturales, para todas las pruebas se utilizó el floculador VELP Scientifica, donde se desarrolló el presente estudio en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), obteniendo como **resultado** que, la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano es de 340 ppm con una reducción de 84% de turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha y la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto es de 320 ppm con una reducción de 88% de turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha y se **concluye** que a pesar de que la resina del fruto fue mucho más eficiente en comparación con la cáscara de plátano y que a pesar de que tienen la capacidad de ser coagulantes no llega a cumplir con los valores del DS N° 031-2010-SA.

Palabras claves: Coagulación, reducción de la turbidez, resina del fruto, cáscara del plátano, dosis óptima

ABSTRACT

The present thesis is entitled: “Comparison of two coagulants: Resin from the fruit and peel of the banana (*Musa paradisiaca*) in the reduction of the turbidity of the water of the Challhuacocha stream”, the main **objective** is to compare which of the two coagulants: Fruit resin and banana peel (*Musa paradisiaca*) is more efficient as a coagulant in reducing the turbidity of the water of the Challhuacocha stream in the town of Challhuacocha, presenting an interventional, prospective, longitudinal and analytical study, with the study population being the water of the Challhuacocha stream in the town of Challhuacocha, which is used by the inhabitants for their human consumption. An experimental **methodology** was used, using 130 liters of water from the Challhuacocha stream for the 5 experimental tests and for the comparative test between natural coagulants. For all tests, the VELP Scientifica flocculator was used, where the present study was developed in the biotechnology laboratory of the University of Huánuco (UDH), the **results** showed that the optimal dose of the natural coagulant banana peel is 340 ppm with an 84% reduction in turbidity of the water in the Challhuacocha stream, and the optimal dose of the natural coagulant fruit resin is 320 ppm with an 88% reduction in turbidity of the water in the Challhuacocha stream and it is **concluded** that although the resin of the fruit was much more efficient compared to the banana peel and although they have the ability to be coagulants, they do not meet the values of DS No. 031-2010-SA.

Keywords: Coagulation, turbidity reduction, fruit resin, banana peel, optimal dosage.

INTRODUCCIÓN

Para todo el mundo es indispensable el agua, debido a que al tenerla hace que nos desarrollemos adecuadamente garantizando nuestra supervivencia tanto para los animales, plantas, microorganismos y para las personas. En el Perú existe una gran problemática ambiental que es la escasez del agua, si bien contamos con nuestro recurso hídrico en cuanto cantidad, la problemática de hoy en día es que no contamos con una buena calidad del agua debido a distintas contaminaciones que afectan de manera directa e indirecta al agua perjudicando a los que necesitan de ella.

Tanto los desafíos ambientales (contaminaciones, cambio climático y el uso irracional del recurso), geográficos (lugares que no cuentan con el recurso hídrico) y su mala gestión (debilidad institucional) genera desigualdad en cuanto al uso del agua en la población. El Perú cuenta con una agenda 2030 que abarca 17 objetivos específicos que benefician a la población debido a que estos objetivos buscan contribuir al desarrollo sostenible. Dentro de sus objetivos específicos se encuentra la ODS 6 titulada: Agua limpia y saneamiento, que se basa en que todas las personas debemos de tener disponibilidad y una buena gestión del agua, contar con un sistema de saneamiento básico, es decir que las personas tengan un alcantarillado y tratamiento de excretas, esto hace que se disminuya la propagación de enfermedades.

Para obtener un agua de buena calidad deberá de pasar por distintos procesos, estos procesos van a depender de cuán contaminado está el agua, analizando los parámetros físicos, químicos y biológicos para obtener un agua potabilizada. Uno de estos procesos más importantes es la coagulación del agua que tiene como función desestabilizar las partículas que se encuentran en el agua para luego ser juntadas (floculación) y ser eliminadas (sedimentación).

En el proceso de coagulación se utilizan insumos para lograr reducir las partículas que ensucian el agua, mayormente se utiliza insumos químicos como el sulfato de aluminio y el cloruro de sodio que dañan a las personas

como también al ambiente ya que produce lodos tóxicos aparte de tener un alto costo. Al saber que dañan tanto al ambiente como a las personas e incluso afecta a la economía se recomienda el uso de coagulantes naturales es por ello que se presenta este estudio de investigación.

Esté presente estudio de investigación titulada: Comparación de dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha, que tuvo como objetivo: Comparar cuál de los dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) es más eficiente como coagulante en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

En este estudio se va a determinar cuál de los dos coagulantes naturales es más eficiente para reducir la turbidez con el fin de contestar el problema general que es ¿Cuál de los dos coagulantes; resina del fruto o cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) es más eficiente en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha?, como también se harán varias pruebas experimentales con el fin de buscar la dosis óptima para distintos niveles de turbidez.

La población de estudio de esta investigación es el agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha, al ejecutarse el proyecto de investigación obtuvimos como resultado que el coagulante natural resina del fruto fue quien tuvo el mejor resultado con un 72% en la reducción de la turbidez a diferencia del coagulante natural cáscara de plátano con un 66% en la reducción de la turbidez, concluyendo que utilizar coagulantes naturales es una buena opción siendo una alternativa sostenible debido a que no genera lodos tóxicos, no dañan el ambiente ni a las personas y su adquisición es fácil y no es costoso.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Con el transcurso del tiempo, el crecimiento poblacional ha aumentado provocando un cambio ambiental, ya que cada vez más se explota los bienes naturales; el recurso hídrico es muy importante e indispensable, debido a que alberga vidas (como los animales y las plantas hidráulicas), garantizando la supervivencia del ser humano e incluso de los animales; pero esta se ve afectada por distintas clases de contaminantes presentándose de manera líquida (Pesticidas, efluentes mineros, efluentes de aguas residuales, etc.) y sólida (plásticos, papeles, etc.) provocando la existencia de bacterias, virus con el fin de dañar la calidad del agua, que es un agua en óptimas condiciones que sirve para la adquisición de los seres vivos y para el crecimiento adecuado de las especies que alberga.

A nivel mundial el problema más común y de suma importancia es la contaminación del agua, pues este es significativo para el desarrollo de la salud pública y ambiental y su cuidado es de mucha importancia ya que solo contamos con el 2.5% de agua dulce en todo el mundo (Aqua Fundació, 2022). Es necesario contar con una buena calidad y cantidad del agua dulce, pues hay poblaciones que se abastecen de ella para el consumo humano, es decir que, a nivel mundial 884 millones de los habitantes no cuentan con acceso a agua potable segura y 2.600 mil millones de los habitantes no tienen acceso al saneamiento básico (ONU – HÁBITAT, 2021). Las personas que no disponen con el servicio de agua potable se abastecen directamente de los ríos, lagos y manantiales, purificando su agua con elementos químicos comúnmente con cloro para luego ser consumida.

En el Perú existe grandes recursos hídricos que son utilizadas en diferentes sectores (agrícola, industrial, minera, uso doméstico, etc.), en el sector de uso doméstico se describe que de toda la población la mitad no tienen acceso al agua de calidad con continuidad en su vivienda y el 43% disponen con saneamiento gestionado de una forma segura (Banco Mundial, 2023), siendo esto un gran problema para la población que no cuentan con

este servicio de agua potable, ya que trae como consecuencia diferentes enfermedades que ponen en riesgo la salud de los niños, jóvenes y adultos si se cuenta con una mala calidad de agua (agua contaminada y que no cumple con los estándares de calidad). El agua es indispensable para la vida y todas las personas deben tener una disponibilidad suficiente para cubrir sus necesidades, sin provocar daños y ser accesible (OMS, 2006).

En la ciudad de Huánuco los pobladores se abastecen de agua para consumo humano mediante la empresa prestadora de servicio SEDA HUÁNUCO, donde su fuente disponible es el río Higuera, abasteciendo así con buena calidad de agua a la población céntrica de la ciudad de Huánuco, en las comunidades rurales pertenecientes de la provincia de Huánuco no llega el agua potable, no se benefician de este servicio como consecuencia estas se abastecen por la JASS, que es la encargada de administrar los servicios de agua y saneamiento en las comunidades rurales.

En el Centro Poblado de Challhuacocha, se abastecen de agua para consumo humano mediante la JASS siendo su fuente principal la quebrada Challhuacocha, siendo la población encargada de realizar una constante limpieza al reservorio, por falta de acuerdo u otras razones no cumplen con esto, ocasionando que no se le eche cloro en el agua del reservorio y como consecuencia la población consume el agua directamente de la quebrada, siendo un agua que no cumple con los parámetros exigidos.

Para llegar a obtener un agua en óptimas condiciones se requiere de varios procesos que ayuden a la eliminación de impurezas y de microorganismos dañinos, en el proceso de la floculación y coagulación se usan aditivos químicos para remover o eliminar los sólidos que existen en el agua. Villanueva (2024), menciona que hoy en día en la mayoría de los procesos para tratar el agua utilizan coagulantes químicos, entre los más comunes tenemos al sulfato de aluminio y el cloruro férrico con el fin de unir los sólidos ya suspendidos que no son sedimentables con su propio peso, utilizando otras sustancias para regular las alteraciones del pH para llegar a cumplir la norma, Al utilizar estos productos químicos a consecuencia de la adición de alumbres y polímeros sintéticos los lodos son considerados peligrosos.

A lo mencionado, es importante estudiar el uso de coagulantes naturales, que se puede encontrar en plantas (semillas, cáscaras, hojas, frutos, etc.) y animales, reduciendo así los desperdicios orgánicos y darle un mejor uso. En este proyecto se evaluará el efecto comparativo de la resina del fruto y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) como coagulantes naturales, teniendo características antimicrobianas para mejorar el agua procedente de la quebrada Challhuacocha, evitando alteraciones del pH del agua que obliga al uso de otros productos químicos para regular, reduciendo los costos y evitando enfermedades diarreicas que afectan a la población al consumirla sin ser tratada.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál de los dos coagulantes; resina del fruto o cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) es más eficiente en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles son características fisicoquímicas básicas de la quebrada Challhuacocha (turbidez, pH y alcalinidad) del centro poblado de Challhuacocha?

¿Cuál es la dosis óptima de la resina del fruto para la coagulación del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha, obtenido por ensayo de jarras?

¿Cuál es la dosis óptima de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la coagulación del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha, obtenido por ensayo de jarras?

¿Cuál es el análisis proximal de carbohidrato de la resina del fruto y de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) que explique sus propiedades coagulantes?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar cuál de los dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) es más eficiente como coagulante en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir las características fisicoquímicas básicas de la quebrada Challhuacocha (turbidez, pH y alcalinidad) del centro poblado de Challhuacocha.

Determinar la dosis óptima de la resina del fruto para la coagulación del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha, obtenido por ensayo de jarras.

Determinar la dosis óptima de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la coagulación del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha, obtenido por ensayo de jarras.

Describir el análisis proximal de carbohidrato de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) y de la resina del fruto que explique sus propiedades coagulantes.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

El estudio de esta investigación presente se realizará para dar a conocer la eficiencia de la resina del fruto y la cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) como coagulantes naturales, describiendo cuál de los dos coagulantes es más eficiente para la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha, siendo de total importancia cuidar el recurso hídrico debido a que esta alberga muchas vidas y su conservación es fundamental para el desarrollo ambiental, al usar la resina del fruto y la cáscara del plátano reducimos el residuo orgánico pues se le dará un uso como coagulantes.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En el carácter social contar con un agua en buen estado es lo primordial para todos, debido a que le damos distintos usos como es el caso de los pobladores del centro poblado de Challhuacocha que utilizan el agua de la quebrada para su consumo cuando el reservorio de la JASS se encuentra sucia o cuando tienen la necesidad de utilizarla, al tratar el agua con este coagulantes se reducirá los contaminantes que se encuentran dentro de ella y los pobladores obtendrán un agua con una mejor estado, así se evitará enfermedades estomacales y de la piel.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

El estudio de la resina del fruto del plátano como coagulante natural carece de información, este estudio quiere evaluar cuánto es su efecto de este coagulante en el agua de la quebrada Challhuacocha, para reemplazar los productos químicos, reduciendo costos, beneficiando a la población.

Ya se hicieron estudios de la cáscara de plátano poniéndola a prueba para remover la turbidez logrando una buena aceptación para el tratamiento de agua como también hay estudio de plantas y animales como coagulantes naturales, dando lugar a la reutilización de estas aguas para distintos usos incluyendo al uso de consumo humano, es por ello que se quiere evaluar su efecto en el agua de la quebrada Challhuacocha, para llegar a observar y a analizar cuanto es su efecto de este coagulante natural es el tratamiento de las aguas.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Para desarrollar este estudio, tuve estas limitaciones:

- Ubicación del área de estudio: La zona del estudio está situada en el centro poblado de Challhuacocha, por las afueras de Huánuco, a 10 minutos de la pista central de la ciudad de Huánuco.

- Clima: En cuanto al clima hubo dificultades debido a que se necesita un agua con una turbidez alta, pero en algunas fechas programadas para sacar las muestras no llovía o la turbidez del agua era baja.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de investigación presente es factible porque:

Se requiere de materiales de fácil adquisición que no son contaminantes para el ambiente, ayudando a reducir los desechos orgánicos.

Al utilizar los coagulantes naturales obtendremos lodos que no son tóxicos, generándose en menor cantidad a diferencia de los coagulantes químicos haciendo que su disposición final se dé con facilidad y menos costoso, obteniendo como resultado un agua en mejores condiciones.

Se cuenta con laboratorios especializados y acreditados para evaluar los parámetros fisicoquímicos de la muestra que vamos a estudiar como: Laboratorio UNAS, La Molina, Pacific Control Laboratorio, Slab Perú.

El estudio se realizará en la Universidad De Huánuco (UDH), en el laboratorio de biotecnología teniendo el permiso correspondiente de utilizar los materiales de laboratorio requeridos para el estudio.

Para realizar el estudio se tiene un libre acceso para tomar las muestras adecuadas de la quebrada Challhuacocha y se cuenta con los recursos económicos, debido a que sus instalaciones son de bajo costo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Méndez et al. (2022), en su artículo: Análisis del plátano y banano (*Musa paradisiaca L.*) como coagulante para el tratamiento de afluentes, Información tecnológica, Colombia, tuvo como **objetivo** analizar la efectividad del banano y plátano (*Musa paradisiaca L.*) como coagulantes-floculantes en el tratamiento del agua cruda del río Guatapurí, en su **metodología**, su modelo experimental fue aleatorio, para su proceso de coagulación-floculación del agua se utilizó la prueba de jarras, en la prueba inicial se utilizaron valores de turbidez de 100 y 500 NTU, en los 6 vasos precipitados de 2 L se agregó 500 ml de Agua Turbia Sintética, para luego agregarse diferentes dosis con una mezcla rápida a 120 rpm teniendo una prueba se control de mezcla rápida a 50 rpm durante 20 minutos, seguidamente se dejó sedimentar por 40 minutos. Se utilizó la concentración de 10 ppm para el valor de 250 NTU y 5, 20, 75 ppm para el valor de 576 NTU, estas concentraciones óptimas fueron sacadas de la prueba anterior para ser aplicada en el agua cruda del río Guatapurí, como **resultado** el agua con 250 NTU se logró una remoción de un 86.8 % (banano) y 84.1% (plátano) de turbidez al aplicar 10 ppm. Para el agua con 576 NTU se logró un porcentaje de remoción de 99.3% (banano); 99.3% (plátano) de turbidez con una dosis de 5 ppm, **concluyó** que la utilización de estos coagulantes es una buena opción para la reducción de la turbidez de las aguas crudas.

Sierra et al. (2019), en su artículo: “Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando médula de banano como coagulante”, de la revista UIS Ingeniería, Colombia, tuvo como **objetivo** analizar la eficiencia de la médula de banano como sustancia coagulante en la clarificación de aguas naturales y se comparó con el sulfato de

aluminio, en su **metodología**, se utilizó un diseño experimental factorial y la prueba de jarras, se realizó ensayos preliminares para obtener las dosis de concentración (10, 20, 40, 60, 80 y 100 mg/L). Los factores que evaluó son: turbidez y pH, se vertió 1 L de agua del río de Magdalena en los 6 vasos de precipitados registrando los datos iniciales de los factores con una mezcla rápida de 120 rpm por un tiempo de 60 segundos, luego se adicionó el coagulante con las dosis ya establecida, su mezcla lenta fue de 30 rpm por 20 minutos y finalizó con la sedimentación durante 15 minutos, este proceso se realizó tanto para el coagulante químico como natural, como **resultado**, se comparó la eficiencia de los dos coagulantes, la turbidez inicial es de 210 NTU; el coagulante natural (seudotallo del plátano) removió en un 67,57% la turbidez, a diferencia del coagulante químico (sulfato de aluminio) su removió en un 97,65% la turbidez, siendo un valor mayor cumpliendo con la normativa, y **concluyó** que el coagulante natural presentó una eficiencia en los procesos de coagulación, floculación y sedimentación mostrando su capacidad en la remoción de la turbidez.

Pelayo & Zarate (2022), en su estudio de tesis: “Desarrollo de un coagulante a partir de la cáscara de banano para el tratamiento de aguas residuales”, de la Fundación Universidad de América, Colombia, tuvo como objetivo desarrollar un coagulante natural haciendo uso de la cáscara de banano para el tratamiento de aguas residuales., en su metodología se desarrolló en la prueba de jarras con variaciones de pH, en los 6 vasos de precipitados se vertieron 500 ml de la muestra cada una con estas concentraciones 2 ml, 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml y 25 ml. de sulfato de aluminio y para el coagulante natural la concentraciones fueron 4 mg/L, 10 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L, 40 mg/L y 50 mg/L. Para la prueba con los dos coagulantes, el equipo fue programado en la mezcla rápida a 100 rpm por 4 minutos, agitación lenta a 40 rpm por 25 minutos, como resultado se obtuvo el porcentaje de remoción de la turbidez utilizando sulfato de aluminio es de 94,59 % y 86,90%, al adicionarle el coagulante natural la conductividad duplicaba su valor inicial, y concluyó que al utilizar las mismas dosis

que se utilizó para el coagulante natural, el sulfato de aluminio sobre pasa el valor de remoción de turbidez aproximadamente un 10%.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Arenas & Linares (2024) en su estudio de tesis: “Eficiencia del coagulante natural extraído de la cáscara de plátano Bellaco Harton (Musa sp.) para la reducción de la turbidez del agua proveniente de los pantanos de villa – Chorrillos”, de la Universidad Nacional del Callao, Perú, tuvo como **objetivo** determinar la eficiencia de un coagulante natural a base de cáscara de plátano Bellaco Hartón (Musa sp.) como alternativa para reducir la turbidez del agua en Los Pantanos de Villa, en su **metodología** su diseño es experimental 3x3 tomándose 9 pruebas experimentales, se utilizó el pH de las soluciones fueron 6, 7 y 8, y la dosis del coagulante son; 200 mg/l, 300 mg/l y 400 mg/L, para cada prueba se programó el equipo con velocidad de agitación a 50 rpm a velocidad constante con el tiempo de agitación a 20 minutos a tiempo constante, se hicieron dos repeticiones siendo su turbidez inicial de 143 NTU, en los **resultados** en la prueba de jarras se pudo observar que al utilizar las dosis del coagulante natural como cáscara de plátano Bellaco Harton (Musa sp.) con el pH 6,7 y 8 redujo la turbidez del agua estudiada pero la dosis 400 mg/L con pH 8 tuvo un valor alto en reducción de la turbidez del 93.63 %, y **concluyó** al obtener una reducción considerable de la turbidez se demuestra la eficacia de la cáscara de plátano Bellaco Harton (Musa sp.) como coagulante natural para el tratamiento de las aguas crudas.

Campos & Ferrer (2024), en su estudio de tesis: “Uso de coagulantes naturales de tuna y plátano para potabilizar las aguas del Río Huaura”, de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Perú, tuvo como **objetivo** determinar el coagulante natural con mayor rendimiento para la potabilización de las aguas del Río Huaura durante el año 2024, en su **metodología** presenta un diseño factorial de 3x2 (3 dosis: 50, 100 y 200 mg/L y 2 velocidades de agitación lenta: 30 y 50 rpm) para los dos coagulantes a estudiar, se simuló un test de jarras con las dosis y las velocidades lentas, con las condiciones de

100 rpm de mezcla rápida durante un minuto, agitación lenta durante 20 minutos y para la sedimentación 30 minutos, se hicieron 2 repeticiones de cada tratamiento, en los **resultados** la dosis óptima del coagulante de tuna fue de 200 mg/L junto con 50 rpm, reduciendo el 98.89% de la turbidez inicial de 126 NTU, sin variedad en el pH, en la temperatura cambio de 20.64°C a 19.31°C y 1020 uS/cm a 1065.5 uS/cm de conductividad. La dosis óptima del coagulante de plátano fue de 200 mg/L junto con 50 rpm logrando eliminar la turbidez inicial de 126 NTU, con un pH de 7,7 a 8.415, en la temperatura cambio de 20.64°C a 18.865.31°C y 1020 uS/cm a 1020.5 uS/cm de conductividad, y **concluyó** que ambas dosis óptimas de los coagulantes cumplieron con los valores del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

Guerra & Polo (2021), en su estudio de tesis: “Uso del plátano (*Musa paradisiaca*) como coagulante para el tratamiento de las aguas residuales del río Rímac en Matucana”, en la Universidad César Vallejo, Perú, con el **objetivo** de determinar el uso del plátano (*Musa paradisiaca*) como coagulante para el tratamiento de las aguas residuales, en su **metodología** se empleó un diseño pre experimental realizándose la prueba de jarras de 5 L en cada recipiente con 3 concentraciones 3, 5 y 7 g/l, se analizó las características del coagulante (cáscara de plátano) obteniendo: granulometría de 300 µm, porosidad 0.58% y la humedad 71%, la metodología empleada para la prueba de jarras fue: velocidad rápida 150 rpm durante 3 minutos, velocidad lenta 45 rpm durante 60 minutos con 3 tiempos de reposo de 15, 30 y 45 minutos, en los **resultados** se logró un 79.25% de turbidez y 99.11% de sólidos totales siendo su promedio de remoción (mayor remoción con 3g/l), en el OD duplica su valor con 3g/l, triplicaba con 5g/l mientras que con 7g/l mantiene su valor, en el caso de DBO 74.05% y DQO 78.49% fueron su promedio de remoción (mayor remoción con 3g/l), en el plomo se obtuvo un 95.22% y 99.96% en cadmio fueron su promedio de remoción (mayor remoción con 3g/l y 5g/l para cadmio y plomo con 7g/l), y **concluyó** el uso de cáscara de

plátano como coagulante reduce las propiedades fisicoquímicas e inorgánicas comparándolo los Valores Máximos Admisibles, indica que el tratamiento es factible.

2.1.3. ANTECEDENTES NACIONALES

Espinoza (2025), en su estudio de tesis: “Comparación de la eficiencia de la semilla de tara (*Caesalpinia spinosa*) y del sulfato de aluminio como coagulante, en el tratamiento del agua para consumo humano del centro poblado San Sebastián de Quera, Huánuco 2024”, en la Universidad de Huánuco (UDH), Perú, con el **objetivo** de determinar la eficiencia de la semilla de tara y del sulfato de aluminio como coagulante, en el tratamiento del agua para consumo humano del centro poblado mencionado, en su **metodología** se presenta un diseño experimental –cuasi experimental, en la prueba de jarras para el proceso de coagulación-floculación utilizó 3 dosis 0.5%, 0.8% y 1%, con mezcla rápida a 300 rpm por 5 segundos y para la floculación tomaron velocidades de 70, 40 y 20 rpm durante 15 minutos para cada gradiente y 10 minutos para decantación, en su **resultado** se comparó el sulfato de aluminio con la semilla de tara ambas con concentración al 1% pero con dosis de 25 mg/L y 30 mg/L reduciendo la turbidez de: 25.8 a 1.25 NTU (95.16%) y de 25.8 a 18.02 NTU (30.16%). Remoción del color: 39.39% sulfato de aluminio y 5.30% semilla de tara. Remoción TDS: 20.62% sulfato de aluminio y 5.77% semilla de tara. No hubo cambios en el pH, y **concluyó** que el sulfato de aluminio es mucho más efectivo que la semilla de tara en la reducción de todos los parámetros evaluados pero la semilla de tara es una alternativa natural y menos tóxica.

Campos (2024), en su estudio de tesis: “Comparación de la capacidad coagulante de sábila (*aloe vera*) y nopal/tuna (*opuntia ficus-indica*) para la remoción de turbidez en aguas crudas”, en la Universidad de Huánuco (UDH), Perú, con el **objetivo** de comparar la capacidad coagulante de la sábila (*Aloe vera*) y nopal/tuna (*Opuntia ficus-indica*) para la remoción de turbidez en aguas crudas., en su **metodología** se empleó un diseño experimental, se elaboró dos

soluciones: mucílago de sábila (*Aloe vera*) y mucílago de tuna (*Opuntia ficus indica*), se utilizó 18g de solución para cada uno, agregó 0,5 L de agua a cada solución. Para la prueba se usó 500 ml en cada vaso precipitado para medir la turbidez inicial, para el proceso las muestras se agitaron durante un minuto con una velocidad de 100 rpm, luego se agregó el mucílago de la sábila siendo agitada por 15 minutos con una velocidad de 50 rpm. Seguidamente se usó al mucílago de la tuna, siendo agregada en la muestra con el mismo tiempo y velocidad ya utilizada, ambas soluciones reposaron por 20 minutos para medir la turbidez final. Se realizó 8 tratamientos para cada coagulante (mucílago de la tuna y sábila), en el **resultado** se determinó que hay diferencia en la capacidad de remoción de turbidez en los dos coagulantes: 74.52 % de la sábila y de la tuna fue de un 80.25%, y **concluyó** que ambas reducen la turbidez, pero la tuna tiene mayor efectividad en el tratamiento de coagulación y sedimentación.

Duran (2021), en su estudio de tesis: Efecto de penca de tuna (*Opuntia ficus indica*) con semilla de moringa (*Moringa oleífera*) como coagulante natural para reducir la turbiedad del agua en el reservorio de la JASS del C.P. Vichaycoto, Huánuco – 2021, en la Universidad de Huánuco (UDH), Perú, con el **objetivo** de evaluar el efecto de penca de tuna (*Opuntia ficus indica*) con semilla de moringa (*Moringa oleífera*) como coagulante natural para disminuir la turbidez del agua en el reservorio de la JASS del Centro Poblado Vichaycoto, en su **metodología** el muestreo se realizó en 3 puntos: el agua de la entrada del reservorio, el agua del mismo reservorio y la salida del agua del reservorio de la JASS. Utilizó las dosis 0.5, 1 y 1.5 g/L (tuna y moringa) y 0.25, 0.5 y 0.75 g/L (ambas juntas), en el **resultado** se presentó que con la concentración de 0,5 g/L tanto para la tuna y moringa, se obtuvo una turbidez de 3.32 y una turbidez de 3.53, con la concentración de 1 g/L tanto para la tuna y moringa, se obtuvo una turbidez de 3.01 y una turbidez de 7.42, con la concentración de 1,5 g/L tanto para la tuna y moringa, se obtuvo una turbidez de 1.33 y una turbidez de 7.34, todas un con pH dentro de los LMP, y **concluyó** que la moringa en menor

concentración reduce la turbidez que la penca de tuna, se logró la reducción de la turbidez de un 97% al utilizar ambas.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. COAGULACIÓN

Viene a formar parte de uno de los procesos para tratar el agua, para desestabilizar impurezas disueltas y coloides, y producir grandes agregados de flóculos que pueden eliminarse del agua en procesos posteriores de clarificación/filtración (Gao et al., 2002). A lo que Arboleda (1992) afirma, que se trata de una sucesión de interacciones fisicoquímicas entre los coagulantes, las propiedades de la superficie de las partículas, la caracterización química como la alcalinidad que tiene el agua y el agua misma.

Para Arboleda (1992), en el tratamiento del agua se utiliza el proceso de la coagulación para:

- a. Lograr la remoción de la turbidez tanto orgánica como inorgánica que no sedimenta con rapidez y fácilmente.
- b. Clarifica el agua, logrando remover el color aparente generado por la turbidez y el color real.
- c. Remoción de las bacterias, virus y organismos patógenos que existen en el agua, que pueda ser eliminada por este proceso.
- d. Destrucción total de algas y plancton.
- e. Mitigar problemas de olor y sabor mediante la precipitación de compuestos químicos y orgánicos.

Los términos de coagulación y floculación están muy relacionados debido a que uno se produce después del otro, es decir la coagulación es la desestabilización de los coloides, al desestabilizar los coloides estas se juntan, se unen para formar coágulos mayores a esto se le conoce como floculación.

Romero (2008), menciona que la coagulación y floculación incrementan el tamaño del flóculo dándose su aglomeración de manera rápida y fácilmente, reduciendo el tiempo de sedimentación de las

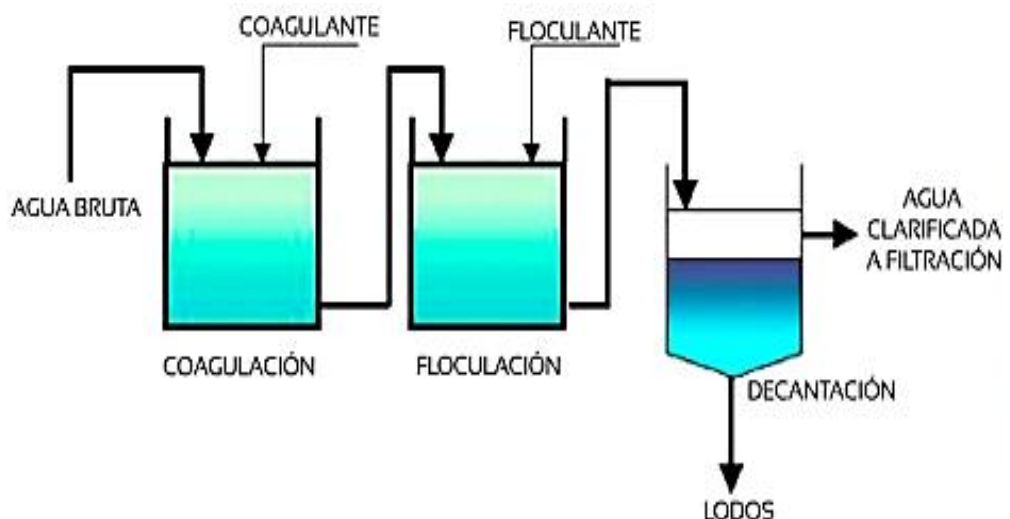
partículas. En estos procesos se incorporan coagulantes químicos con carga positiva como (sales de hierro, aluminio o polielectrolitos) que apartan los iones negativos reduciendo el tamaño de carga, para obtener un agua clarificada a filtración. Como se muestra en la fig. 1.

Barrenechea (2004) asegura, que el proceso de coagulación es consecuencia del fenómeno químico y físico debido a que:

- En el fenómeno químico, que es la primera fase se basa en las reacciones del coagulante que tiene con el agua y la generación de especies hidrolizadas cargadas positivamente. Este es dependiente a la dosificación del coagulante y el pH resultante de la mezcla final.
- Posteriormente se da el fenómeno físico que se encarga de transportar las especies hidrolizadas con el fin de tener contacto directo con las impurezas del agua para proceder a la desestabilización.

Figura 1

Proceso de la coagulación - floculación



Nota: Proceso de la coagulación y floculación de un agua que contiene partículas coloidales donde se añaden coagulantes químicos con la finalidad de obtener un agua clarificada (Sánchez, 2016).

2.2.1.2. PARTÍCULAS COLOIDALES

Generalmente presentan un tamaño de un diámetro entre 1 y 1.000 micrómetros, siendo los principales responsables de la

turbidez presente en el agua y su comportamiento depende de su naturaleza y origen (Barrenechea, 2004). A lo que Andía (2000) menciona, que tienen una superficie que se encuentra relacionada entre la fase sólida y líquida, por ejemplo: un cubo de 1 cm^3 , su superficie total es 6 cm^2 ; si se divide en fragmento de pequeños cubos, su superficie de toda esta división es mucho mayor.

Caracterización de las partículas coloidales

Andía (2000), señala que se tienen partículas coloidales caracterizadas por ser hidrofílicos (tienen atracción, simpatía por el agua), que se estabilizan solas al ser rodeadas por moléculas de agua evitando el contacto entre las partículas posteriormente e hidrófobos (no establecen ningún vínculo con el agua); a diferencia de la primera característica estas no se estabilizan solas ni son rodeadas por moléculas de agua, para su dispersión dentro del agua se utiliza indispensablemente la aplicación de procesos físico-químicos de coagulación.

Desde el punto de vista de Barrenechea (2004), para que se dé la desestabilización o atracción se necesitan los siguientes factores.

a) La gravedad: No repercute mucho en la desestabilización de las partículas coloidales.

b) El movimiento browniano: Tiene la capacidad de permitir que las partículas se relacionen lo cual es un factor para la desestabilización.

c) La fuerza de Van der Waals: Para el tratamiento del agua este factor viene a ser fundamental debido a que tiene unas fuerzas atractivas entre las partículas que mediante la distancia se reducen, se dan por la interacción de dipolos que se inducen o se encuentran en las partículas. Siendo muy importante para lograr la aglomeración de las partículas para el proceso de la floculación.

2.2.1.3. FACTORES QUE ACTÚEN EN LA COAGULACIÓN

Restrepo (2009), indica que los factores que actúan en la coagulación son 7:

- **Valencia:** Mientras mayor sea la valencia del ion, su efectividad como coagulante es mayor.
- **Capacidad de cambio:** Tiene la capacidad de sustituir cationes que tienen valencia baja por cationes con mayor valencia, para provocar la desestabilización y aglomeración de partículas de manera rápida.
- **Tamaño de las partículas:** El tamaño determina el rol para la clarificación del agua, las partículas que tiene un diámetro menor a una micra se necesita una desestabilización previa para luego ser removida. Las partículas que tienen diámetro entre 1 a 5 micras, facilitan el crecimiento del floc porque actúan como centro de nucleación; si las partículas tienen un tamaño mayor a 5 micras actúan de manera independiente debido a que son muy grandes y no pueden ser incorporadas en el floc.
- **Temperatura:** Influye en la formación del floc, Si contamos con un agua con temperatura bien fría, su reacción es mucho más lenta y el tiempo de formación de floc aumenta.
- **Concentración de iones H^+ o pH:** Para cada coagulante existe un rango óptimo de pH logrando que el proceso de coagulación sea eficiente porque el tiempo de floculación se reduce con la misma dosis.
- **Relación entre la cantidad-tiempo:** Para la eficiencia de la coagulación la cantidad del coagulante influye mucho. Andía (2000), afirma que:
 - Si la cantidad del coagulante es baja no se logra desestabilizar las cargas de las partículas

completamente, como consecuencia se tiene una producción de microflóculas limitada y una turbidez residual alta.

- Si la cantidad del coagulante es alta genera grandes cantidades de microflóculos pequeños con velocidad baja de sedimentación lo que provoca alta turbidez residual.

- **Alcalinidad:** Así como se considera el pH también se debe de considerar la alcalinidad como un factor debido a que tienen relación en la coagulación.

2.2.1.4. COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN

Chulluncuy (2011), afirma que para el tratamiento del agua la fase de coagulación y floculación deben ser vigiladas con todo el cuidado, debido a que son la fase de mayor importancia porque de ella depende la eficiencia de los sedimentadores y filtros en el tratamiento.

Ramírez y Jaramillo (2015), menciona que el proceso de Coagulación y floculación compromete los siguientes pasos:

1. Mezclado rápido: Conocida también mezclado flash, en esta fase se añaden reactivos coagulantes, regulador del pH a la muestra del agua para ser tratada con el fin de permitir la coagulación mediante una agitación vigorosa, garantizando la mezcla de las sustancias con la muestra del agua, reduciendo las barreras energéticas de las partículas.

2. Mezclado lento: Para esta mezcla se utiliza una velocidad moderada tiene como fin mantener la mezcla y dar paso a la floculación promoviendo la formación de los flóculos largos.

3. Sedimentación: La velocidad de la mezcla lenta debe de ser suspendida para que los floc que se formaron en la floculación puedan caer, reduciendo la turbidez a consecuencia de la precipitación del floc.

2.2.1.5. TIPOS DE COAGULANTES

Andía (2000), afirma que existe dos tipos primarios de coagulación:

a) Coagulación por adsorción: Se da cuando el agua tiene alto nivel de turbidez (es decir cuando se tiene una alta acumulación de partículas en estado coloidal) al adicionar el coagulante los coloides absorben los productos solubles del coagulante y la formación de flóculos se da instantáneamente.

b) Coagulación por barrido: Se da cuando el agua se encuentra clara (cuando tiene baja turbidez) con pequeñas cantidades de partículas coloidales, teniendo pocos núcleos de colisión da como resultado una sobresaturación del coagulante, generando un precipitado voluminoso que atrapa a las pocas partículas que se encuentra en el agua.

2.2.1.6. COAGULANTE NATURAL

Los coagulantes naturales son extraídos de los microorganismos, tejidos de animales o plantas. Con el tiempo, el usar coagulantes naturales viene a ser una alternativa sostenible debido a que son biodegradables porque producen entre 20 – 30% de volumen de lodos siendo menor su cantidad de generación a diferencia de los coagulantes químicos, logrando ser segura para la salud humana (Sciban et al., 2009) citado por (Ramírez y Jaramillo, 2015).

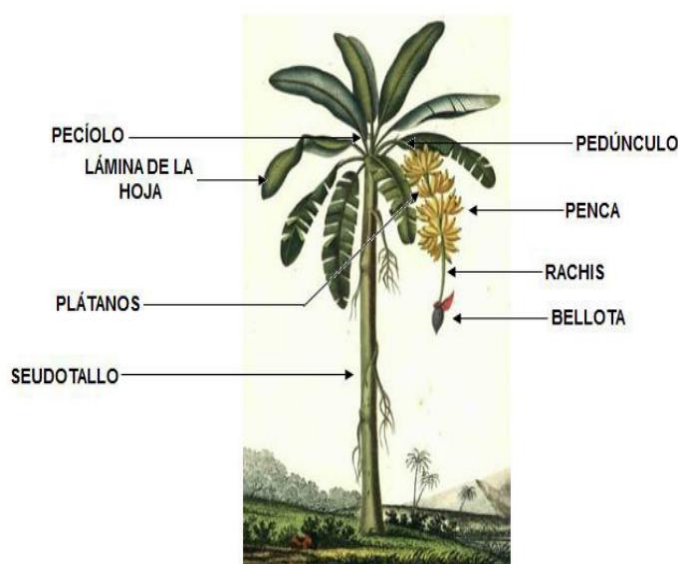
2.2.1.7. PLÁTANO (MUSA PARADISIACA)

Según Robles (2007), menciona que nuestro país el plátano es considerado como un recurso valioso y que debemos de enfocarnos en aprovechar su producción tanto de manera alimentaria como medicinal. Al saber sus beneficios los productores de plátanos están enfocándose en desarrollar nuevas formas de su utilización, centrándose en sus potenciales y optimizando su proceso.

Para lograr un buen desarrollo de plátano orgánico en nuestro país es necesario que los agricultores cumplan con los estándares internacionales necesarios como también que haya un interés por parte del estado y de las entidades privadas en fomentar la producción orgánica en los agricultores. En el ámbito financiero el estado debe invertir en la tecnología, educación e innovación para mejorar los procesos, con el fin de aumentar la competitividad dentro de la localidad e incluso a nivel mundial. Garantizando una mejora calidad de vida de los productores y aprovechando los beneficios de clima y suelo que posee el Perú (Delgado et al., 2017).

Figura 2

Partes de la platanera



Nota. Ubicación exacta de las partes que conforman una platanera (Blasco et al., 2014).

2.2.1.8. CÁSCARA DE PLÁTANO

Blasco et al., (2014) indica que, la cáscara de plátano no solo es un residuo orgánico, sino que también tiene propiedades químico y nutricional como; alto contenido en fibra dietéticas, aminoácidos esenciales, potasio, proteínas y ácidos grasos poliinsaturados. En la cáscara se encontraron etanol, proteínas, pectinas, enzimas y metanol, la cáscara también es considerada

como fuente potencial debido a que es una fuente fitoquímicos con propiedades antioxidante y antimicrobianas que tienen la capacidad de neutralizar radicales libres.

Tabla 1

Características químicas de la cáscara de plátano

Componentes	Cáscara de plátano (% Base seca)
Almidón	39,89
Humedad	89,10
Hemicelulosa	14,80
Celulosa	13,20
Lignina	14,00
Magnesio	0,16
Calcio	0,29
Cenizas	11,37

Nota: Obtenido de Ortega (2020, p. 65).

Ortiz & Villegas (2020), menciona que se realizaron diversos estudios entre ellos, que fue empleado como biosorbente de uranio. Hay reportes que presenta propiedades en su biomasa del plátano en la remoción de arsénico y plomo; la adsorción de hierro, plomo y magnesio y la remoción de la turbidez, sulfatos, zinc, cobre y cromo con la cáscara de plátano, la clarificación del agua utilizando pulpa del plátano y la capacidad del tanino extraído de la savia del tallo para la clarificar el agua.

Figura 3

Cáscara de plátano



Nota. Compuesta por una matriz lignocelulósica donde contiene hemicelulosa, celulosa, lignina (Agencia UNAL., 2020).

2.2.1.9. RESINA DEL PLÁTANO

La savia también conocida como resina tiene como función de transportar nutrientes, a través de la xilema (la resina transportada por esta contiene agua, reguladores de crecimiento, minerales, entre otros y se conoce como resina bruta) siendo un conductor de transporte desde la raíz hasta las hojas y floema (la resina está compuesta por agua, fitorreguladores, azúcares y minerales disueltos que son resultados de la fotosíntesis y se conoce como resina elaborada). La resina elaborada es la que sirve de alimento a las plantas (Técnico agrícola, 2013).

Vargas et al., (2013) indica que, el juego del pseudotallo en su composición es mayormente agua presentando una humedad de 96,71%, los sólidos que tiene la mayoría son orgánica, contiene almidón, azúcares reductores y distintos polisacáridos. El mineral con mayor cantidad es el potasio, con un porcentaje de ceniza que se encuentra relacionada con la presencia de cationes minerales de 0,37%.

Figura 4

Resina del fruto



Nota. Resina de plátano extraída del fruto verde (plátano bellaco), obtención propia.

2.2.2. TURBIDEZ

Grobbelaar (2009) menciona que, la turbidez se da por la presencia de las partículas en suspensión, ocasionando la pérdida de transparencia del agua debido a que estas partículas detienen la luz en

el proceso de absorción y dispersión. Cuando las partículas en suspensión son de tamaño grande siendo notorias el agua es considerada turbia, Los triptones, suspensoides y los materiales inorgánicos en suspensión actúan como superficies en los procesos de adsorción y desorción, la cual facilitan la agregación de componentes bióticos y abióticos minimizando la introducción de la luz al cuerpo del agua. A lo que Patel & Vashi (2015) hace mención que, la presencia de partículas en suspensión nos indica la pérdida de claridad del agua, es decir, si el agua cuenta con una alta concentración de partículas en suspensión el agua será más turbia y su turbidez será mayor.

Sierra (2011), clasifica a la turbidez dentro de los parámetros físicos debido a que influye de manera directa a las propiedades estéticas del agua debido a que aquella sustancia afecta a su claridad.

2.2.2.1. NATURALEZA QUÍMICA DE LA TURBIDEZ

Arboleda (1992) indica que, la arcilla en dispersión es la principal causante de la turbidez. La arcilla tiene varios compuestos, pero en términos generales se refiere a la tierra fina (menor o igual a 0.002 mm) presentándose algunas veces coloreada, que al ser mezclada con el agua en cantidades limitadas adquiere la propiedad de plasticidad.

- Naturaleza Química: Se trata de silicatos de aluminio de forma compleja.
- Naturaleza Física: Está constituidas por cristales con redes atómicas definidas.

2.2.2.2. CAUSAS QUE PRODUCEN LA TURBIDEZ

Sierra (2011), afirma que la turbidez es producto de distintas causas, siendo las más importantes las siguientes:

- La erosión de las cuencas de manera natural ayuda al traslado de sedimentos hacia los cauces del río.
- La contaminación causada por descargas de la industria y de los desechos domésticos: la fuente

de contaminación determina la composición de la turbidez; la turbidez que es causada por la erosión, tiene un origen inorgánico como arcilla, arenas, entre otros y si la fuente de contaminación es por las actividades antrópicas, la turbidez tiene un origen de alto grado de material orgánico como limus, microorganismos, entre otros.

2.2.2.3. COLOR

El color está definido por sustancias químicas proveniente de las hojas, plantas acuáticas mayormente por la degradación de la materia orgánica con las cuales entra en contacto (Arboleda, 1992).

2.2.2.4. COMPARACIÓN ENTRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL COLOR Y LA TURBIDEZ

Arboleda (1992) afirma que, cuando se quiere introducir el proceso de coagulación para remover el agua, es fundamental que los conceptos y características del color y de la turbidez estén definidos y claros.

No solo se puede percibir la diferencia de la forma visual sino también que existen diferencias entre sus características fisicoquímicas como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2*Diferencias entre color y turbidez*

Ítem	Color	Turbidez
Composición física	Compuesta por sustancias disueltas parcialmente coloidales	Compuesta por arcillas coloidales
Composición química	Compuesta por ácidos orgánicos (200 y 50000 a más de peso molecular).	Compuesta por cristales de silicatos
Origen	Orgánico	Mineral
Tamaño de la dispersión	De 87 % < 0,01 μ	Entre 0,1 y 10 μ
Intensidad	Aumenta con el pH	No cambia con el pH
Comportamiento químico	Se comportan preferentemente como sustancias disueltas	Se comportan únicamente como suspensiones coloidales

Nota. Obtenido de Arboleda (1992, p. 11).

2.2.2.5. AGUA

Fernández (2012), indica que la corteza terrestre del planeta está cubierta por agua (más del 70%) dividiéndose entre océanos, ríos, lagos, en el suelo y en el aire. Siendo fundamental porque contribuye a la regulación del clima de todo el mundo. El agua presenta propiedades fisicoquímicas de importancia, dentro de ellas su capacidad calorífica, siendo un material flexible y un reactivo fundamental para los procesos metabólicos y su eficiencia como solvente, todas estas características convierten al agua en un recurso indispensable debido a que es fuente vital para el desarrollo de la vida. Su fuerza y movimiento define la estructura física del planeta.

2.2.2.6. DETERIORO DEL AGUA

Las descargas incontroladas de las aguas residuales, provenientes tanto de la industria y urbana, las actividades agrícolas deficientes, la contaminación de la atmósfera, la sobreexplotación de las aguas subterráneas, la acumulación de

sustancias químicas en el entorno, la degradación de las zonas pantanosas, la minería e industrias de extracción ocasionan el deterioro de la calidad de agua mediante la contaminación del agua dulce como salada (Fernández, 2012).

2.2.2.7. CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Cely et. al (2023), nos afirma que es la alteración de sus propiedades originales mediante la introducción de una sustancia que es dañina y contaminante, perjudicando su calidad y la salud de las personas, es de total importancia tener agua limpia, no solo para el consumo humano sino también para utilizarla en distintas formas y para cualquier actividad de su día a día, como para: bañarse, cepillarse, lavar su ropa entre otras actividades, si el agua se encuentra contaminada sus consecuencias se harán presentes en distintas enfermedades como diarreas, daños en la piel y en los dientes.

2.2.2.8. FORMAS DE CONTAMINACIÓN DEL AGUA

Sánchez (2018) clasifica las formas de contaminación en puntuales y no puntuales del agua y afirma que la contaminación del agua provoca un impacto significativo en su calidad, debido a que muchas veces no se puede cuantificar ni definir (los programas de control no lo toman en cuenta).

- **Formas puntuales:** Son las descargas en puntos ya definidos que, mediante desagües de fuente urbana e industria, etc y colectores llegan a las aguas superficiales.
 - Los desagües de origen urbano poseen contaminantes en gran cantidad provocando daños en el ambiente por ello es recomendable tratar el agua previa a su disposición final.
 - La contaminación antrópica (producida por la actividad del hombre), se encuentra en esta

clasificación debido a que se conoce su fuente de emisión y el entorno que va ser afectado.

- La contaminación térmica es producto por el vertimiento de aguas calientes a los lagos, ríos, etc, lo cual provoca el aumento de temperatura en el cuerpo receptor dando paso al desarrollo de especies no deseadas de plantas acuáticas y hongos.
- **Formas no puntuales:** Provocada por los deshielos, agua de lluvia, percolación, etc. Esta contaminación se encuentra vinculada a los fenómenos hidrológicos naturales.
 - La contaminación natural no solo proviene de una única fuente de emisión sino de varias y se debe a distintos fenómenos hídricos naturales como el arrastre de partículas o gases atmosféricos ocasionada por las hojas secas, residuos vegetales, gotas de lluvia y excretas de aves o peces acuáticos. Pero toda esta contaminación es eliminada por la misma naturaleza porque tiene la capacidad de ser auto depuradora.

2.2.2.9. CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL

SERVIR (2021), nos menciona que, las aguas que provienen de arroyos, ríos, lagos, entre otros, son conocidas como aguas superficiales que discurren de forma natural, por la contaminación de las actividades agrícolas como zonas de pastoreo animal aguas arriba, estas fuentes no tienen una buena calidad de agua. A pesar de no tener una buena calidad de agua, las comunidades utilizan estas fuentes debido a que tienen la necesidad de abastecerse de ella ya que no cuentan con otra opción, pero es necesario contar con información detallada sobre la cantidad y calidad del agua antes de ser consumida y/o utilizadas para distintos usos domésticos tiene que pasar por un tratamiento para ser potabilizada.

La población se puede abastecer de agua provenientes de las lluvias, aguas superficiales (para tratar el agua con fin de consumo humano) y subterráneas (Chulluncuy, 2011).

2.2.2.10. TRATAMIENTO DEL AGUA

Salamanca (2016), nos da a conocer que el ser humano ha encontrado un método para desinfectar el agua (eliminando los residuos y mejorando su calidad en cuanto al color, sabor, olor y apariencia) mediante el tratamiento del agua. En la antigüedad para desinfectar el agua solo se basaban en métodos sencillos como: hirviendo el agua, exponiéndola al sol, mediante la sedimentación y filtración a través de grava o arena para su purificación. Con el paso del tiempo el tratamiento para purificar el agua se complementa con los siguientes procesos.

- **Tratamientos físicos:** Se concentra en los contaminantes al evaporar el agua o filtra las partículas de tamaños grandes, sin generar sustancias nuevas. Los procesos más representativos son:
 - ✓ Filtración
 - ✓ Adsorción
 - ✓ Aireación
 - ✓ Floculación
 - ✓ Sedimentación o clarificación
- **Tratamientos químicos:** Genera sustancias nuevas, los procesos más representativos son:
 - ✓ Coagulación
 - ✓ Desinfección
 - ✓ Ablandamiento
 - ✓ Oxidación

- **Tratamientos biológicos:** Puede ser parte del tratamiento químico debido a que utilizan organismos vivos para generar cambios químicos.

- ✓ Oxidación

- ✓ Digestión aerobia

- ✓ Digestión anaerobia

2.2.2.11. ENSAYO DE PRUEBA DE JARRAS

Para Andia (2000) afirma que, es un método que se utiliza para ver el comportamiento tanto del coagulante como del floculante en escala menor a nivel laboratorio dando como resultado la obtención de agua de buena calidad, reduciendo la turbidez del agua con diferentes dosis, fácilmente separable por decantación, determinando las variables fisicoquímicas de los procesos de coagulación (seleccionando las dosis, pH óptimo, mezcla rápida y gradientes), floculación y sedimentación (relación de las velocidades y la eficiencia de remoción).

2.2.2.12. TIEMPO DE APARICIÓN DEL FLÓCULO

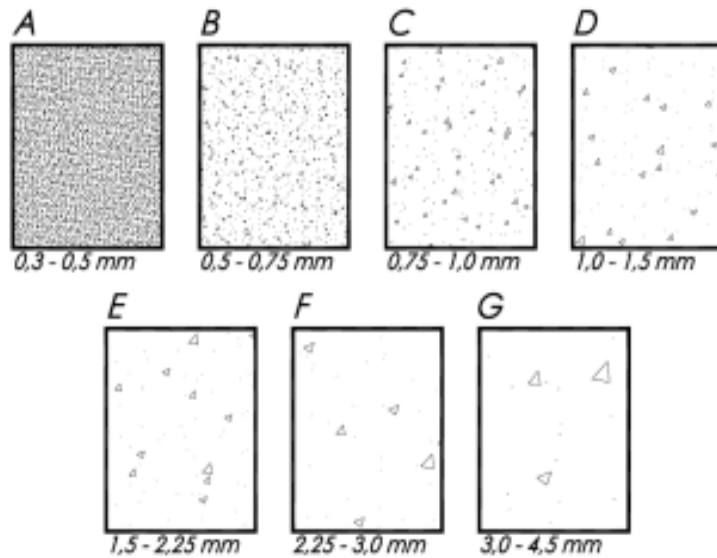
Ortíz (2011) menciona que se mide con un cronómetro y se da cuando termina el tiempo de mezcla rápida, se basa en cuánto tarda en presentarse los flóculos si aparece dentro de un tiempo inferior o superior al minuto en el proceso de coagulación y floculación.

2.2.2.13. TAMAÑO DEL FLÓCULO

Para determinar el tamaño como la cantidad que también es importante del flóculo, se emplea la figura 5 mediante la visualización y se determina cuanto termina el tiempo de floculación lo cual corresponde a la mezcla (Ortíz, 2011).

Figura 5

Comparador de WRA para evaluar el tamaño del flóculo



Nota: Obtenido de Chaparro (2021, p. 5)

2.2.2.14. ÍNDICE DE FLOCULACIÓN DE WILLCOMB

El índice de Willcomb determina las características del flóculo y se evalúa cuando termina el tiempo de sedimentación previo a captar las muestras, la tabla 3 establece el índice de Willcomb (Ortíz, 2011).

Tabla 3

Índice de floculación de Willcomb

Nº de índice	Índice de Willcomb
0	Flóculo coloidal. Ningún signo de aglutinación.
2	Visible. Flóculo muy pequeño, casi imperceptible
4	Disperso. Flóculo bien formado, pero uniformemente distribuido (sedimenta muy lentamente o no sedimenta).
6	Claro. Flóculo de tamaño relativamente grande pero que precipita con lentitud.
8	Bueno. Flóculo que deposita fácil pero no completamente
10	Bueno. Flóculo que deposita fácil y completamente.

Nota. Obtenido de Ortiz (2011, p. 17).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Coagulación

Es un proceso que desestabiliza los materiales que se encuentran en suspensión o disolución al superar las fuerzas que lo mantienen estable (Aguilar et.al, 2002).

Turbidez

Es producida por distintas causas y tiene la capacidad de que las partículas coloidales que están suspendidas en el agua obstaculicen el paso de la luz (Sierra, 2011).

Calidad del agua

Cuando las características fisicoquímicas y microbiológicas cumplen con las condiciones de mantener un ecosistema equilibrado cumpliendo objetivos determinados de calidad (Ministerio de medio ambiente, 2000).

Control de calidad

Garantiza su pureza y seguridad de ser apta para el consumo humano mediante una estricta prueba de calidad que se somete el agua (Martos, 2015).

Estándar de calidad ambiental

Medida que establece el grado o nivel de concentración de los parámetros químicos, físicos y biológicos que se encuentran presentes en el suelo, aire y agua, como también sustancias o elementos en su naturaleza de cuerpo receptor sin ser un riesgo significativo para el ambiente como el bienestar de las personas (Triveño, 2016).

Límite máximo Permisible (LMP)

Medida de valores máximos que serán admisibles de los parámetros fisicoquímicos y biológicos de la calidad del agua (MINSA, 2010).

Floculación

Proceso en donde todas las partículas que fueron desestabilizadas se unen formando partículas de tamaño mayor, aglomerado y estables (Aguilar et.al, 2002).

Sedimentación

Este proceso se da en el tanque sedimentador, ocurre cuando los flóculos se encuentran formados y consiste en separar estos flóculos del medio líquido por su asentamiento generado por el efecto de la gravedad (Martos, 2015).

Agua cruda

Agua que no se sometió a ningún tipo de proceso de tratamiento encontrándose en estado natural que es captada para fuente de abastecimiento (MINSA, 2010).

Quebrada

Es un arroyo que corre por una hendidura de la tierra (RAE, 2025).

Seguridad hídrica

Garantiza la protección de contaminantes que se transmite por el agua para conservar los ecosistemas en un clima adecuado y de estabilidad política, teniendo la capacidad de que la comunidad salvaguarden el acceso sostenible, utilizando adecuadamente el recurso hídrico (cantidad necesaria) sosteniendo los medios de vida junto con el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico (SERVIR, 2021).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La resina del fruto es más eficiente que la cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) como coagulante en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

Ho: La resina del fruto no es más eficiente que la cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) como coagulante en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

Hi: Al realizar 5 pruebas experimentales mediante el ensayo de la prueba de jarras con diferentes dosis ppm del coagulante disminuirá la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

Ho: Al realizar 5 pruebas experimentales mediante el ensayo de la prueba de jarras con diferentes dosis ppm del coagulante no disminuirá la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

Hi: Mediante el análisis proximal, la resina del fruto y la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) tienen propiedades coagulantes.

Ho: Mediante el análisis proximal, la resina del fruto y la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) no tienen propiedades coagulantes.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Coagulantes naturales: Resina del fruto y la cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*).

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Turbidez del agua.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Comparación de dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha.

Variable Independiente	Indicador	Valor Final	Tipo de Variable
Coagulante de la resina del fruto y de la cáscara del plátano (<i>Musa paradisiaca</i>)	Dosis óptima	Ppm, mg/L	Numérica continua
Variable Dependiente	Indicador	Valor Final	Tipo de Variable
Turbidez del agua	Parámetros Físico		
	Turbidez	NTU	
	Parámetro Químico		
	Alcalinidad	Mg/L de CaCo3	Numérica continua
	pH	Ácido o Alcalino	

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según el principio de parsimonia en la categoría excluyente hay cuatro clasificaciones operativas: Según la intervención del investigador; el control de medición de la variable de estudio, el número de mediciones sobre la variable de estudio y por último según el número de variables analíticas (Supo y Zacarias, 2024).

A continuación, se da a conocer la relación del estudio con las cuatro clasificaciones.

- Según la intervención del investigador: El presente estudio pertenece al estudio con intervención debido a que manipularemos la variable independiente (coagulantes naturales) para observar los cambios que presenta la variable dependiente (turbidez del agua), utilizando los datos que nos proporciona las mediciones controladas.
- Según el control de medición de la variable de estudio: Es prospectiva porque se van a realizar mediciones para recolectar los datos, utilizando los datos provenientes de la intervención del investigador.
- Según el número de mediciones sobre la variable de estudio: Pertenece al estudio longitudinal ya que se realizará dos mediciones pretest y posttest para realizar seguidamente una comparación entre ellas.
- Según el número de variables analíticas: El presente estudio pertenece a los estudios analíticos porque relaciona a dos variables que se encuentran en nuestro anunciado, teniendo un análisis estadístico bivariado.

3.1.1. ENFOQUE

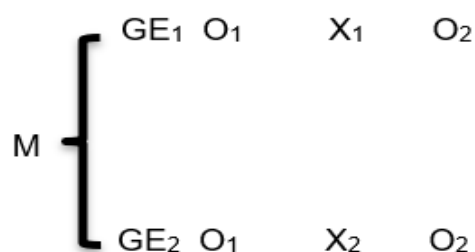
Según Huamán et. al, (2021), este estudio presenta un enfoque cuantitativo, debido a que se aplica la recolección y el análisis de los datos, haciendo uso de una medición numérica para probar hipótesis planteadas previamente.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Este estudio presenta un nivel explicativo porque pretende dar respuesta a los hechos y causas, explicando por qué se dan estos fenómenos (Hernández et al, 2014), empleando los coagulantes naturales provenientes del plátano, si influyeron en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada challhuacocha del centro poblado de challhuacocha.

3.1.3. DISEÑO

Este estudio presenta un diseño del tipo experimental porque, se tiene un procedimiento y se a manipular la variable independiente (coagulantes naturales) y se evaluará el efecto sobre la variable dependiente (turbidez del agua), junto con el diseño cuasi experimental: ya que se hace una medición antes y después de la variable dependiente, sin contar con un grupo de control (Supo y Zacarias, 2024).



Donde:

M = Muestra de agua de la quebrada

GE₁: Grupo experimental con el coagulante natural resina del fruto del plátano

GE₂: Grupo experimental con el coagulante natural cáscara de plátano

O₁= Medición pre-test de la variable dependiente

O₂=Medición post-test de la variable dependiente

X₁ = Aplicación del coagulante natural resina del fruto del plátano

X₂ = Aplicación del coagulante natural cáscara de plátano

Tabla 4

Matriz experimental con las dosis y el tratamiento correspondiente

Muestra	Tratamiento con los coagulantes	Dosis (mg/L)	Diferencia de Turbidez (NTU)	Porcentaje de reducción de la turbidez
1	Cáscara de plátano	D ₁	T _{F1}	% R ₁
2		D ₁	T _{F2}	% R ₂
3		D ₁	T _{F3}	% R ₃
4		D ₁	T _{F4}	% R ₄
5		D ₁	T _{F5}	% R ₅
6		D ₁	T _{F6}	% R ₆
1	Resina del fruto	D ₁	T _{F1}	% R ₁
2		D ₂	T _{F2}	% R ₂
3		D ₃	T _{F3}	% R ₃
4		D ₄	T _{F4}	% R ₄
5		D ₅	T _{F5}	% R ₅
6		D ₆	T _{F6}	% R ₆

NOTA: Se realizará varias pruebas experimentales para obtener la dosis óptima. Posterior a ello se realizará una prueba experimental con cada coagulante natural con las mismas dosis para realizar la prueba estadística, antes de aplicar las dosis de los coagulantes (en el pre test) se tomará la muestra al agua de Challhuacocha con 2 repeticiones.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

El presente estudio tiene como población a estudiar el agua contaminada del riachuelo que se encuentra en el centro poblado de Challhuacocha, Huánuco.

El Centro Poblado Challhuacocha se encuentra en el distrito de Amarilis, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco, Perú.

Tabla 5

Coordenadas en UTM

Latitud Sur	Longitud	Altitud
-76.2062	-9.889342	1.880 m. s. n. m

3.2.2. MUESTRA

Se sacarán 130 litros de agua provenientes de la quebrada Challhuacocha, se realizará 5 pruebas experimentales con cada coagulante, 2 pruebas experimentales con el coagulante químico sulfato de aluminio al 1% y 2 pruebas con las mismas dosis para cada coagulante natural, el equipo de prueba de jarras cuenta con 6 vasos de precipitados, entonces se necesitará 84 litros de agua contaminada para toda la investigación con los coagulantes naturales, lo restante se utilizará para el pre test. La muestra es in situ ya que se obtendrá del mismo lugar (quebrada Challhuacocha).

- Tiempo de mezcla rápida 120 rpm por un minuto
- Tiempo de mezcla lenta 30 rpm por 10 minutos
- Tiempo de sedimentación 10 minutos

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 6

Indicador, técnica e instrumento para la recolección de datos

Variable	Indicador	Técnica	Instrumento
Parámetros Físicos			
	Turbiedad		Turbidímetro
Reducción de la turbidez	Parámetro Químico		
	Alcalinidad	Observacional	pHmetro junto con la Bureta
	pH		pHmetro

Preparativos: En esta etapa se presentan todos los preparativos que debemos de tener en cuenta (materiales, instrumentos, reactivos e insumos) antes de la ejecución.

INSUMOS:

- Cáscara de plátanos
- Resina del fruto de plátano

MATERIALES:

- Guantes
- Botas
- Bolsas de polipropileno (PP)
- Cuchillo
- Colador 0.6 mm
- Planillas de registro
- Mascarilla
- Botellas estériles
- Recipientes de plástico

- Guardapolvo

INSTRUMENTOS:

- Equipo de Test de jarras
- Turbidímetro
- pHmetro

REACTIVOS:

- Agua destilada
- Sulfato de aluminio al 1%

Obtención de los coagulantes:

Para la obtención del coagulante de la cáscara de plátano se ha empleado la siguiente metodología.

- Se seleccionaron las cáscaras de plátanos en buen estado, sin daños.
- Se procedió al lavado del insumo con abundante agua destilada para desinfectar, para eliminar los microorganismos que puedan tener.
- Se cortó en trozos pequeños en los tamaños de 1 cm de ancho y 7 cm de largo para proceder al secado:
- Para el secado de la cáscara de plátano, se sometió a un proceso de deshidratación en un horno a una temperatura de 100°C durante un periodo continuo de 5 horas (Arenas & Linares, 2024).
- Al realizar el secado se dio paso a la trituración con una máquina de moler manual teniendo como objetivo obtener un polvo fino para luego ser almacenado en un recipiente.
- Para que los diámetros de las partículas del insumo estén iguales se pasó por un colador de 0,6 mm. Obteniendo el coagulante en polvo fino.

- Al finalizar el procedimiento se guardó el insumo en una bolsa de polipropileno (PP) para evitar que el producto se contamine.

Para la obtención del coagulante de la resina de plátano se ha empleado la siguiente metodología.

- Se extrajo la resina de los plátanos verdes (fruto), dejando gotear cada uno hasta llegar a su límite.
- Se almacenó en una botella de plástico, previamente desinfectada evitando que el producto se contamine.

Preparación de solución madre:

La concentración de la solución de los coagulantes para el estudio se aplicó de la siguiente manera.

- **Para la cáscara de plátano:** La cáscara de plátano se obtuvo en polvo, para preparar la solución se pesó 10 gramos luego fue disuelto en agua destilada en un vaso de precipitado de 1 litro. Posterior a ello se le procedió a calentar en una estufa para homogeneizar y finalmente se le reservó en una botella.

$$\frac{10 \text{ g}}{1 \text{ L}} \approx \frac{10000 \text{ mg}}{1 \text{ L}} = 10000 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

- **Para la resina del fruto:** La resina del fruto se obtuvo en líquido, para preparar la solución se vertió 100 ml de resina del fruto concentrado en un vaso de precipitado de 1 litro. Posterior a ello se le procedió a calentar en una estufa para homogeneizar y finalmente se le reservó en una botella.

$$\frac{100 \text{ ml}}{1 \text{ L}} \approx \frac{100000 \text{ mg}}{1 \text{ L}} = 100000 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Muestreo de agua:

El muestreo será realizado en base a los lineamientos del protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (ANA, 2016).

- **Procedimiento para la toma de muestras**

Para empezar a desarrollar el muestreo, el personal que manipula los equipos, los frascos y recipientes para la toma de muestras y los reactivos de preservación, debe de utilizar los EPP correspondientes como: mascarillas, guantes descartables y gafas de protección.

- Antes de iniciar la toma de muestra del agua, el personal encargado deberá de utilizar guantes descartables y botas de jebe.
- Posterior a ello, para que la muestra sea homogénea, el responsable debe de ubicarse en un punto medio de la corriente principal, evitando aguas pocas profundas y estancadas.
- Los frascos en donde se van a colocar las muestras deben ser lavados mínimo dos veces previamente, excepto los frascos para el análisis de parámetros orgánicos o microbiológicos.
- Para la muestra, se debe sujetar la botella por debajo del cuello y ser sumergida en dirección contraria al flujo de agua.
- Al momento de sostener el frasco, al retirar su tapa y contratapa no se debe tener contacto con la superficie interna del frasco.
- Para los parámetros que necesitan ser preservados, se debe de tener en cuenta dejar un espacio preferiblemente de 1% de la capacidad del envase.
- En la toma de muestra no se debe de coleccionar suciedad o partículas que se sedimentan en la superficie.

- **Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras**

Almacenamiento:

- Para su almacenamiento, los frascos deben de ser almacenados dentro de un coolers, en posición vertical lo que

evitará derrames y no debe de ser expuesta a la luz del sol. Los frascos de vidrio deberán de ser rotulados y embalados con máxima precaución, evitando derrames y roturas durante el proceso de transporte.

Conservación:

- Al igual que su almacenamiento, para conservar las muestras recolectadas, estas deben de ser acondicionadas en un coolers bajo un sistema de enfriamiento de 5 ± 3 °C y refrigerante (lo más común hielo), si se utiliza hielo, estas deben de ser colocadas en bolsas herméticas. Para permitir una mayor conservación de temperatura el coolers debe de mantenerse en sombra.

Transporte:

- En el proceso de transporte el cooler con las muestras tienen que ser transportadas dentro del tiempo de almacenamiento máximo de cada parámetro al laboratorio, basándose en el cuadro del anexo VII (Conservación y preservación de muestra de agua en función del parámetro evaluado); El cooler con las muestras debe de ser sellada con el fin de garantizar la integridad de la muestra. Existen distintas formas de transporte como aéreo, terrestre y fluvial, el personal encargado debe de tener un medio de comunicación asegurando el cumplimiento de las condiciones y tiempo de almacenamiento máximo de cada parámetro.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Al terminar todo el proceso de investigación y después de haber realizado el muestreo, El laboratorio nos mandará los resultados de las muestras, estos resultados tendrán que ser analizados e interpretados. Los datos se ordenarán en cuadros en la hoja de cálculo Excel del Microsoft Office (2016), en donde se podrá utilizar tablas, gráficos, etc., para poder analizar mejor los datos, para así llegar a obtener mejores conclusiones.

Prueba t de Student para muestras independientes

Se comparará las medias de dos grupos distintos, para ver si existe una diferencia significativa entre ellos, proporcionando su normalidad y su homogeneidad de los datos.

Análisis Descriptivo

Los datos obtenidos en las distintas pruebas experimentales para buscar la dosis óptima serán presentados de manera gráfica y descriptiva para su mayor comprensión de la misma manera se presentarán los datos del índice de Willcomb.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTOS DE DATOS

4.1.1. CARACTERÍSTICAS FISIOQUÍMICAS BÁSICAS DEL AGUA DE LA QUEBRADA CHALLHUACocha

Se utilizó un total de 130 litros de agua de la quebrada Challhuacocha para el presente estudio, que fueron tomadas en 2 días diferentes; 80 litros el día 1 y 50 litros el día 2. A cada muestra se le sacó su turbidez, pH y su alcalinidad correspondiente.

Para determinar la turbidez de las muestras, se utilizó un turbidímetro del equipo HACH del modelo 2100Q. Obteniendo como resultado lo siguiente:

Tabla 7

Valores de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha de las distintas pruebas

Turbidez	Muestra del día 1					Muestra del día 2	
	NTU	NTU	NTU	NTU	NTU	NTU	NTU
Pruebas	1	2	3	4	5	6	7
Cáscara de plátano	108	85	125	123	30.4	55	55
Resina del fruto	108	88	88.5	142	30.8	55	55

Nota: Las 5 primeras pruebas son para buscar la dosis óptima de cada coagulante, la 6 y 7 son pruebas comparativas entre los coagulantes.

Para hallar el pH de las muestras, se utilizó un peachímetro del equipo WTW de la marca Inolab – 305, modelo multi 9310. Obteniendo como resultado lo siguiente:

- pH de la muestra del día 1 que corresponde a los 80 litros para los primeros 6 ensayos, para buscar la dosis óptima junto con la prueba patrón es de **7.458** (neutro).
- pH de la muestra del día 2 que corresponde a los 50 litros para los siguientes ensayos que vendrían a ser, ensayos con arcilla como ayudante de coagulación, la prueba patrón y los 2 últimos ensayos para la comparación de los coagulantes naturales. es de **8.020** (básico).

Según Parra (2023), para hallar la alcalinidad del agua se aplica la siguiente fórmula:

$$\frac{mgCaCO_3}{L} = \frac{(\text{Volumen gastado de ácido} \times \text{Normalidad del ácido} \times 50000)}{\text{Volumen de la muestra}}$$

- Entonces Alcalinidad de la muestra del día 1 que corresponde a los 80 litros para los primeros 6 ensayos, para buscar la dosis óptima junto con la prueba patrón:

-

$$\frac{mgCaCO_3}{L} = \frac{(18.5 \text{ ml} \times 0.009 \text{ N} \times 50000)}{100 \text{ ml}}$$

$$\frac{mgCaCO_3}{L} = \mathbf{83.25}$$

- Entonces Alcalinidad de la muestra del día 2 que corresponde a los 50 litros para los siguientes ensayos, ensayos con arcilla como ayudante de coagulación, la prueba patrón y los 2 últimos ensayos para la comparación de los coagulantes naturales.

-

$$\frac{mgCaCO_3}{L} = \frac{(20.7 \text{ ml} \times 0.009 \text{ N} \times 50000)}{100 \text{ ml}}$$

$$\frac{mgCaCO_3}{L} = \mathbf{93.15}$$

4.1.2. ENSAYOS PRELIMINARES

Tabla 8

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para la prueba preliminar sin el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	200	20	300	3
2	220	22	400	4
3	240	24	500	5
4	260	26	600	6
5	280	28	700	7

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante natural cáscara de plátano que se va a utilizar para realizar la prueba preliminar, se empezará con la dosis de 200 ppm porque para los autores Campos & Ferrer (2024), determinaron en su estudio que 200 ppm fue la dosis óptima que eliminó toda la turbidez en el agua. Seguidamente se estableció que se aumentará 20 ppm consecutivamente de la dosis inicial.

Tabla 9

Ensayo de verificación de la capacidad coagulante de la cáscara de plátano en polvo (malla 60) con agua de la quebrada Challhuacocha (18/07/2025)

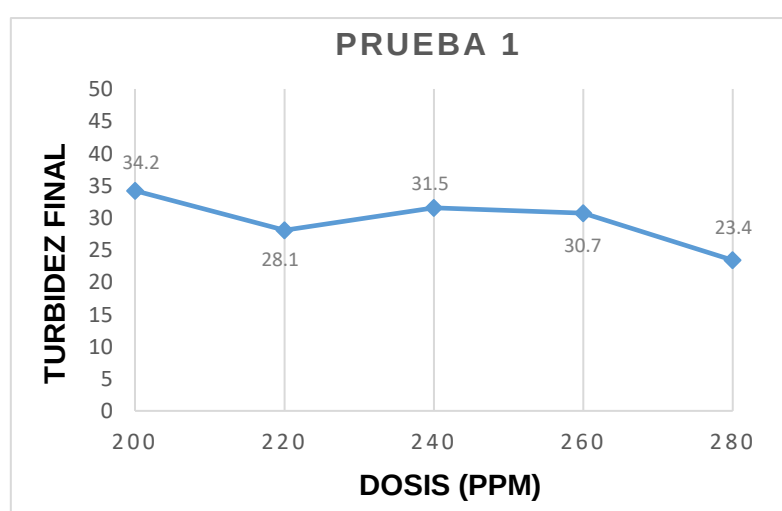
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	50	200	20	34.2	32%
2	1	50	220	22	28.1	44%
3	1	50	240	24	31.5	37%
4	1	50	260	26	30.7	39%
5	1	50	280	28	23.4	53%

Fuente: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), sin utilizar floculador.

En la tabla 9, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual sin utilizar el equipo de ensayo de jarras, realizando el ensayo de manera manual siguiendo los respectivos procedimientos. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 50 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Al aplicar las distintas dosis se logra reducir la turbidez, validando que la cáscara de plátano tiene capacidad de ser un coagulante, obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 53%.

Figura 6

Descripción de los resultados del ensayo de verificación de la capacidad coagulante de la cáscara de plátano en polvo (malla 60) con agua de la quebrada challhuacocha



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían, oscilando entre 34.2 y 23.4 NTU.

En la figura 6, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante natural cáscara de plátano tiene efecto en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va disminuyendo, excepto en la jarra 2 y en la jarra 3 donde la turbidez residual de 28.1 NTU sube a 31.5 NTU, esto se debe al comportamiento del floc con el coagulante o que los coloides se reestabilizaron. La dosis óptima en esta prueba es de 280 ppm con

una turbidez residual de 23.4 NTU, pero no se llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 10

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para la prueba preliminar sin el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	200	20	300	3
2	220	22	400	4
3	240	24	500	5
4	260	26	600	6
5	280	28	700	7

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante natural resina del fruto que se va a utilizar para realizar la prueba preliminar, se empezará con la dosis de 300 ppm no se encontró antecedentes de dosis para este coagulante por eso se estableció la dosis inicial. Seguidamente se estableció que se aumentará 20 ppm consecutivamente de la dosis inicial.

Tabla 11

Ensayo de verificación de la capacidad coagulante resina del fruto en líquido, con agua de la quebrada Challhuacocha (20/07/2025)

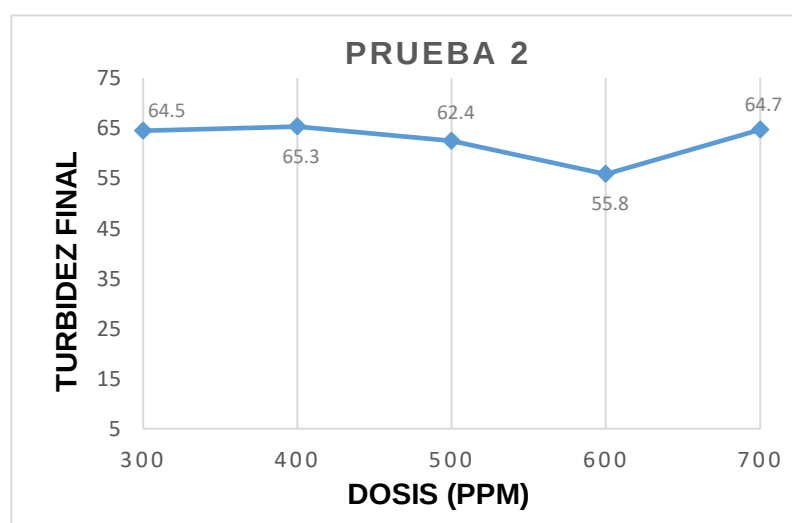
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	208	300	3	64.5	69%
2	1	208	400	4	65.3	69%
3	1	208	500	5	62.4	70%
4	1	208	600	6	55.8	73%
5	1	208	700	7	64.7	69%

Fuente: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), sin utilizar floculador.

En la tabla 11, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual sin utilizar el equipo de ensayo de jarras, realizando el ensayo de manera manual siguiendo los respectivos procedimientos. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 208 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Al aplicar las distintas dosis se logra reducir la turbidez, validando que la resina del fruto tiene capacidad de ser un coagulante, obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 73%.

Figura 7

Descripción de los resultados del ensayo de verificación de la capacidad coagulante resina del fruto con agua de la quebrada challhuacocha



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 65.3 y 55.8 NTU.

En la figura 7, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante natural resina del fruto tiene efecto en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis es un poco lineal hasta la jarra 3 teniendo como turbidez residual menor o mayor a 65 NTU, excepto en la jarra 4 y en la jarra 5 donde la turbidez residual de 55.8 NTU sube a 64.7 NTU siendo mucho mayor a la turbidez residual de las jarras anteriores, esto se debe al comportamiento del floc con el coagulante o que los coloides se reestabilizarón. La dosis óptima en esta prueba es de 600 ppm con una

turbidez residual de 55.8 NTU, pero no se llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

4.1.3. ENSAYOS EXPERIMENTALES CON EL FLOCULADOR VELS SCIENTIFICA PARA DETERMINAR LAS DOSIS ÓPTIMA DE LOS COAGULANTES NATURALES CON EL AGUA DE LA QUEBRADA CHALLHUACocha

Luego de verificar su capacidad coagulante de agua de cada producto en los ensayos premilitares, en este punto de estudio se busca determinar la dosis óptima de cada coagulante, por ello se desarrolló 5 pruebas experimentales con distintas dosis y turbidez para cada coagulante natural.

Tabla 12

Dosis seleccionada del coagulante químico sulfato de aluminio a 1%, para la prueba patrón con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de sulfato de aluminio (ppm)	Dosis de sulfato de aluminio (ml)	Dosis de sulfato de aluminio (ppm)	Dosis de sulfato de aluminio (ml)
1	10	1	10	1
2	20	2	14	1.4
3	30	3	18	1.8
4	40	4	22	2.2
5	50	5	26	2.6
6	60	6	30	3

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante químico sulfato de aluminio que se va a utilizar para realizar la prueba patrón para el agua de la primera muestra. Seguidamente se estableció que se aumentará 10 ppm consecutivamente de la dosis inicial.

Tabla 13

Dosis óptima del coagulante químico sulfato de aluminio a 1% para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha (19/11/2025)

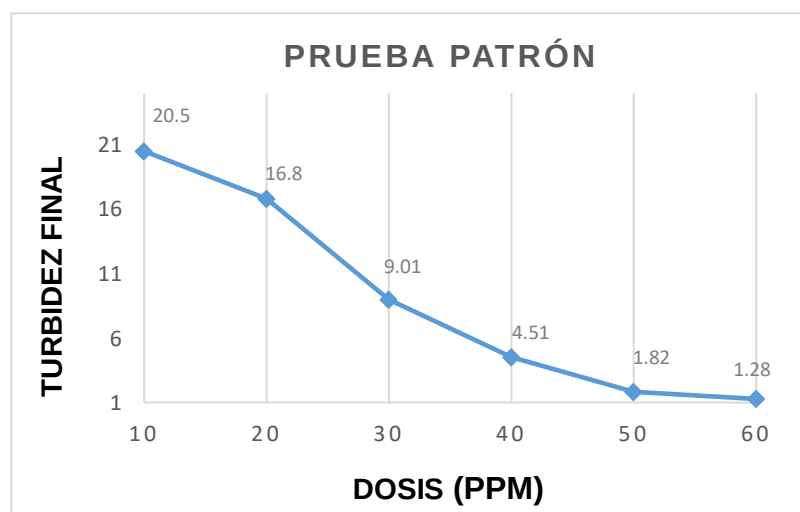
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	98.6	10	1	20.5	79%
2	1	98.6	20	2	16.8	83%
3	1	98.6	30	3	9.01	91%
4	1	98.6	40	4	4.51	95%
5	1	98.6	50	5	1.82	98%
6	1	98.6	60	6	1.28	99%

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 13, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras, para luego ser comparada con las siguientes pruebas. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 98.6 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU, obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 95%.

Figura 8

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante químico sulfato de aluminio a 1% de manera gráfica en la prueba patrón



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían mucho, siendo el mayor valor de 20.5 y el valor menor de 1.28 NTU.

En la figura 8, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante químico sulfato de aluminio es eficiente en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante químico en las jarras la turbidez va disminuyendo, La dosis óptima en esta prueba patrón para luego ser comparada es de 40 ppm con una turbidez residual de 4.51 porque con esta dosis reduce el uso del coagulante químico generando un menor costos pero la dosis con mayor reducción de turbidez es de 60 ppm con una turbidez residual de 1.28 NTU, llegando a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 14

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 1 con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	200	20	300	3
2	220	22	400	4
3	240	24	500	5
4	260	26	600	6
5	280	28	700	7
6	300	30	800	8

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante natural cáscara de plátano con el floculador tomando como referencia la tabla 8 de la prueba preliminar, estas dosis se van a utilizar para realizar el ensayo 1. Seguidamente se estableció que se aumentará 20 ppm consecutivamente de la dosis inicial.

Tabla 15

Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 1 (20/11/2025)

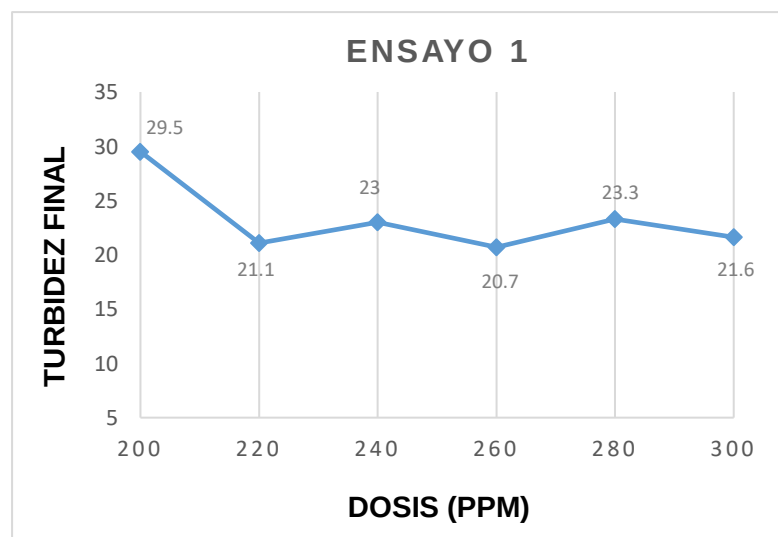
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	108	200	20	29.5	73%
2	1	108	220	22	21.1	80%
3	1	108	240	24	23	79%
4	1	108	260	26	20.7	81%
5	1	108	280	28	23.3	78%
6	1	108	300	30	21.6	80%

Nota: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELD Científica.

En la tabla 15, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 108 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural cáscara de plátano obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 81%.

Figura 9

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 1



Nota: Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 29.5 y 20.7 NTU.

En la figura 9, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante natural cáscara de plátano tiene efecto en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va subiendo y bajando, la turbidez que sube puede ser generado por el comportamiento del floc con el coagulante o porque los coloides se reestabilizarán. La dosis óptima en esta prueba es de 260 ppm con una turbidez residual de 20.7 NTU con un porcentaje de remoción de 81%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 16

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 1 con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	200	20	300	3
2	220	22	400	4
3	240	24	500	5
4	260	26	600	6
5	280	28	700	7
6	300	30	800	8

Nota: Se muestra las distintas dosis del coagulante natural resina del fruto con el floculador tomando como referencia la tabla 10 de la prueba preliminar, estas dosis se van a utilizar para realizar el ensayo 1. Seguidamente se estableció que se aumentará 20 ppm consecutivamente de la dosis inicial.

Tabla 17

Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 1 (20/11/2025)

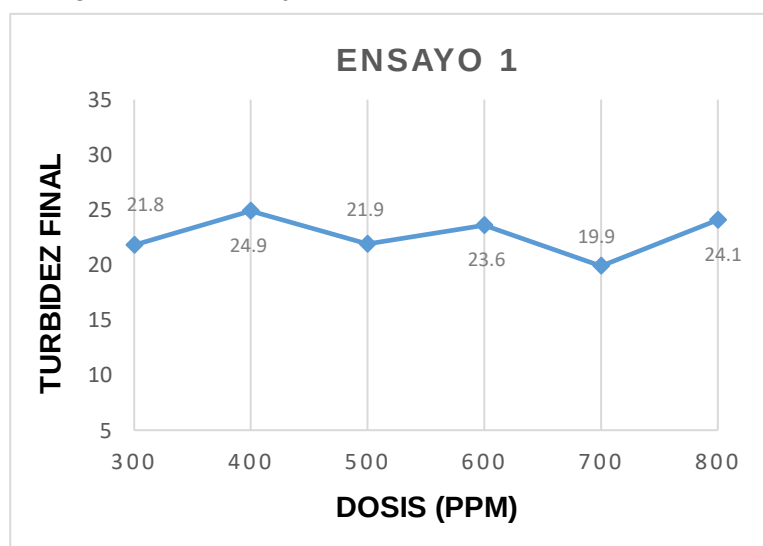
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicia)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	108	300	3	21.8	80%
2	1	108	400	4	24.9	77%
3	1	108	500	5	21.9	80%
4	1	108	600	6	23.6	78%
5	1	108	700	7	19.9	82%
6	1	108	800	8	24.1	78%

Nota: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 17, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 108 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural resina del fruto obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 82%.

Figura 10

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto de manera gráfica en el ensayo 1



Nota: Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 24.9 y 19.9 NTU.

En la figura 10, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante natural resina del fruto tiene efecto en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va subiendo y bajando, la turbidez que sube puede ser generado por el comportamiento del floc con el coagulante o porque los coloides se reestabilizarán. La dosis óptima en esta prueba es de 260 ppm con una turbidez residual de 19.9 NTU con un porcentaje de remoción de 82%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 18

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 2 con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	120	12	120	1.2
2	140	14	140	1.4
3	0	0	0	0
4	160	16	160	1.6
5	180	18	180	1.8
6	200	20	200	2

Nota: Se muestra las distintas dosis del coagulante natural cáscara de plátano con el floculador tomando como referencia la tabla 15 del ensayo 1 al ver los resultados obtenidos, estas dosis se van a utilizar para realizar el ensayo 2 con un grupo de control.

Tabla 19

Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 2 con un grupo de control (24/11/2025)

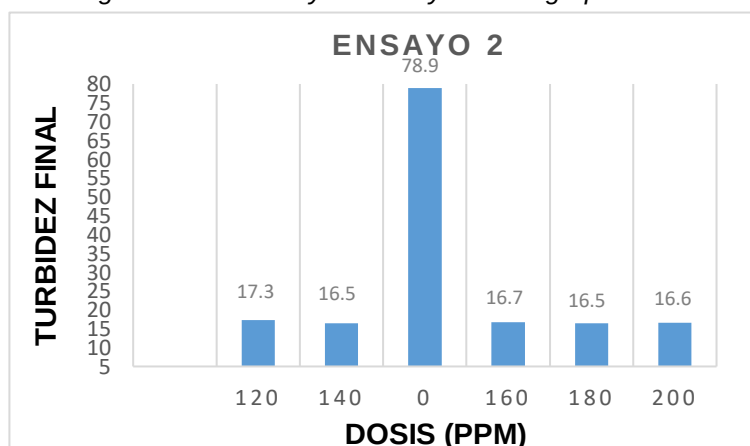
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	85	120	12	17.3	80%
2	1	85	140	14	16.5	81%
3	1	85	0	0	78.9	7%
4	1	85	160	16	16.7	80%
5	1	85	180	18	16.5	81%
6	1	85	200	20	16.6	80%

Nota: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 19, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras incluyendo un grupo de control, es decir a un vaso precipitado no se le vertió ninguna dosis del coagulante. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 85 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural cáscara de plátano obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 81%

Figura 11

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 2. incluyendo un grupo de control



Nota: Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis no varían mucho, siendo 17.3 su valor mayor y 16.5 NTU el valor menor, sin incluir el valor del grupo de control.

En la figura 11, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas incluyendo un grupo de control, al no verter ningún coagulante se obtuvo como reducción de la turbidez en la jarra 3 solo un 78.9 de turbidez residual, esto reducción se debe al proceso de sedimentación, el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis vendría a ser lineal porque la turbidez final es mayor que 16 NTU y menor a 17.5 NTU. La dosis óptima en esta prueba es de 140 ppm con una turbidez residual de 16.5 NTU juntamente con la dosis de 180 ppm con una turbidez residual de 16.5 NTU con un porcentaje de remoción de 81%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 20

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 2 con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	120	12	120	1.2
2	140	14	140	1.4
3	0	0	0	0
4	160	16	160	1.6
5	180	18	180	1.8
6	200	20	200	2

Nota: Se muestra las distintas dosis del coagulante natural resina del fruto con el floculador tomando como referencia la tabla 17 del ensayo 1 al ver los resultados obtenidos, estas dosis se van a utilizar para realizar el ensayo 2 con un grupo de control.

Tabla 21

Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 2 con un grupo de control (24/11/2025)

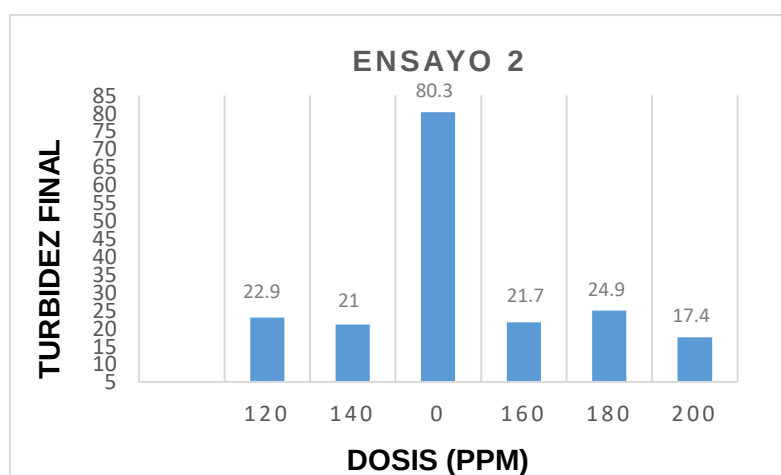
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	88	120	1.2	22.9	74%
2	1	88	140	1.4	21	76%
3	1	88	0	0	80.3	9%
4	1	88	160	1.6	21.7	75%
5	1	88	180	1.8	24.9	72%
6	1	88	200	2	17.4	80%

Nota: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELD Científica.

En la tabla 21, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras incluyendo un grupo de control, es decir a un vaso precipitado no se le vertió ninguna dosis del coagulante. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 88 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural cáscara de plátano obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 80%

Figura 12

Descripción de los resultados de la reducción de la turbidez de manera gráfica en el ensayo 2 incluyendo un grupo de control, utilizando como coagulante natural resina del fruto



Nota: Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 24.9 y 17.4 NTU., sin incluir el valor del grupo de control.

En la figura 12, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas incluyendo un grupo de control, al no verter ningún coagulante se obtuvo como reducción de la turbidez en la jarra 3 solo un 80.3 de turbidez residual, esto reducción se debe al proceso de sedimentación, el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis vendría a ser no lineal es decir, va subiendo y bajando, la turbidez que sube puede ser generado por el comportamiento del floc con el coagulante o porque los coloides se reestabilizarón. La dosis óptima en esta prueba es de 200 ppm con una turbidez residual de 17.4 NTU con un porcentaje de remoción de 80%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 22

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 3 con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	20	2	20	0.2
2	40	4	40	0.4
3	60	6	60	0.6
4	80	8	80	0.8
5	100	10	100	1
6	120	12	120	1.2

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante natural cáscara de plátano con el floculador tomando como referencia la tabla 19 del ensayo 2 al ver los resultados obtenidos, estas dosis se van a utilizar para realizar el ensayo 3.

Tabla 23

Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 3 (25/11/2025)

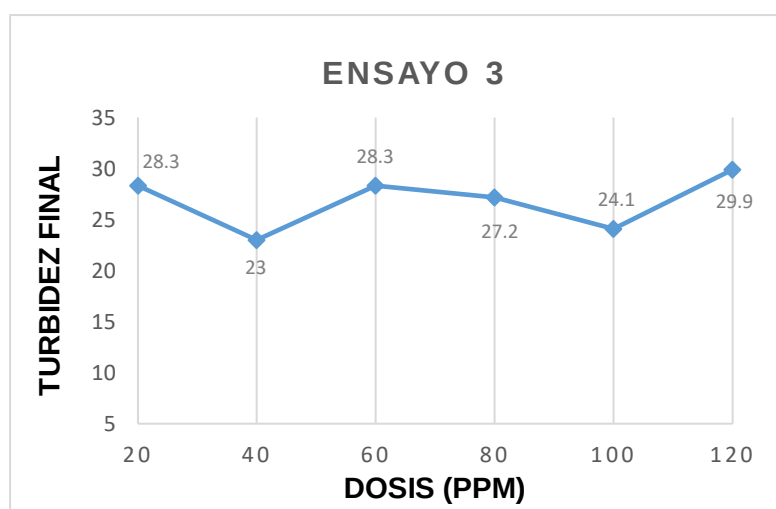
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicia)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	125	20	2	28.3	77%
2	1	125	40	4	23	82%
3	1	125	60	6	28.3	77%
4	1	125	80	8	27.2	78%
5	1	125	100	10	24.1	81%
6	1	125	120	12	29.9	76%

Nota: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELS Científica.

En la tabla 23, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 125 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural cáscara de plátano obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 82%.

Figura 13

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 3



Nota: Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 29.9 y 23 NTU.

En la figura 13, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante natural cáscara de plátano tiene efecto en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va subiendo y bajando, en la jarra 3 y la jarra 6 suben considerablemente la turbidez esto puede ser generado por el comportamiento del floc con el coagulante o porque los coloides se reestabilizarón, las demás jarras bajan su turbidez. La dosis óptima en esta prueba es de 40 ppm con una turbidez residual de 23 NTU con un porcentaje de remoción de 82%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 24

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 3 con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	20	2	20	0.2
2	40	4	40	0.4
3	60	6	60	0.6
4	80	8	80	0.8
5	100	10	100	1
6	120	12	120	1.2

Nota: Se muestra las distintas dosis del coagulante natural resina del fruto con el floculador tomando como referencia la tabla 21 del ensayo 2 al ver los resultados obtenidos, estas dosis se van a utilizar para realizar el ensayo 3.

Tabla 25

Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 3 (25/11/2025)

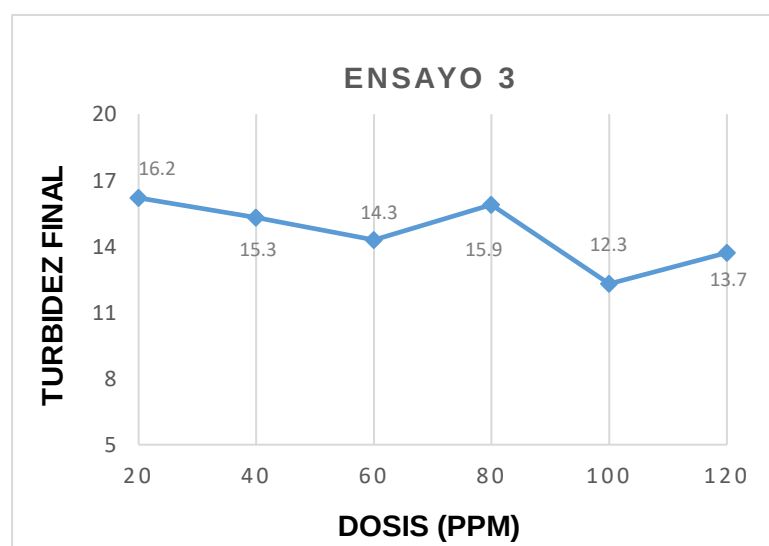
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	88.5	20	0.2	16.2	82%
2	1	88.5	40	0.4	15.3	83%
3	1	88.5	60	0.6	14.3	84%
4	1	88.5	80	0.8	15.9	82%
5	1	88.5	100	1	12.3	86%
6	1	88.5	120	1.2	13.7	85%

Nota: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELD Científica.

En la tabla 25, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 88.5 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural resina del fruto obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 86%.

Figura 14

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto de manera gráfica en el ensayo 3



Nota: Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 16.2 y 12.3 NTU.

En la figura 14, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante natural resina del fruto tiene efecto en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va bajando y subiendo, en la jarra 4 y la jarra 5 suben considerablemente la turbidez esto puede ser generado por el comportamiento del floc con el coagulante o porque los coloides se reestabilizarón, las demás jarras bajan su turbidez. La dosis óptima en esta prueba es de 100 ppm con una turbidez residual de 12.3 NTU con un porcentaje de remoción de 86%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 26

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 4 con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	300	30	300	3
2	320	32	320	3.2
3	340	34	340	3.4
4	360	36	360	3.6
5	380	38	380	3.8
6	400	40	400	4

Nota: Se muestra las distintas dosis del coagulante natural cáscara de plátano con el floculador, llegando hasta la dosis de 400 ppm porque para los autores Arenas & Linares (2024), determinaron en su estudio que 400 ppm fue la dosis óptima que redujo la turbidez en el agua, estas dosis se utilizarán para realizar para realizar el ensayo 4.

Tabla 27

Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 4 (26/11/2025)

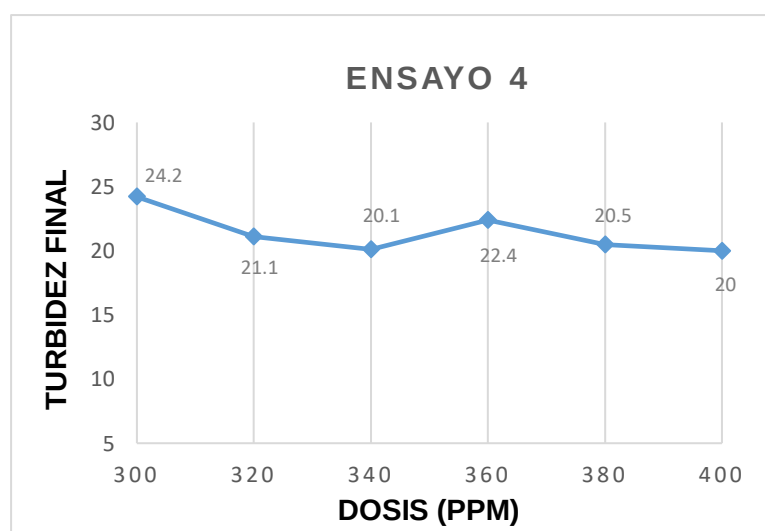
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	123	300	30	24.2	80%
2	1	123	320	32	21.1	83%
3	1	123	340	34	20.1	84%
4	1	123	360	36	22.4	82%
5	1	123	380	38	20.5	83%
6	1	123	400	40	20	84%

Nota: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELD Científica.

En la tabla 27, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 123 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural cáscara de plátano obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 84%.

Figura 15

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 4



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 24. 2 y 20 NTU.

En la figura 15, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante natural cáscara de plátano tiene efecto en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va bajando, excepto en la jarra 4 que subió la turbidez esto debido a que puede ser generado por el comportamiento del floc con el coagulante o porque los coloides se reestabilizarón, las demás jarras bajan su turbidez. La dosis óptima en esta prueba es de 400 ppm con una turbidez residual de 20 juntamente con la dosis 340 ppm con una turbidez residual de 20.1 NTU con un porcentaje de remoción de 84%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 28

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 4 con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	300	30	300	3
2	320	32	320	3.2
3	340	34	340	3.4
4	360	36	360	3.6
5	380	38	380	3.8
6	400	40	400	4

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante natural resina del fruto con el floculador, llegando hasta la dosis de 400 ppm, estas dosis se utilizarán para realizar para realizar el ensayo 4.

Tabla 29

Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 4 (26/11/2025)

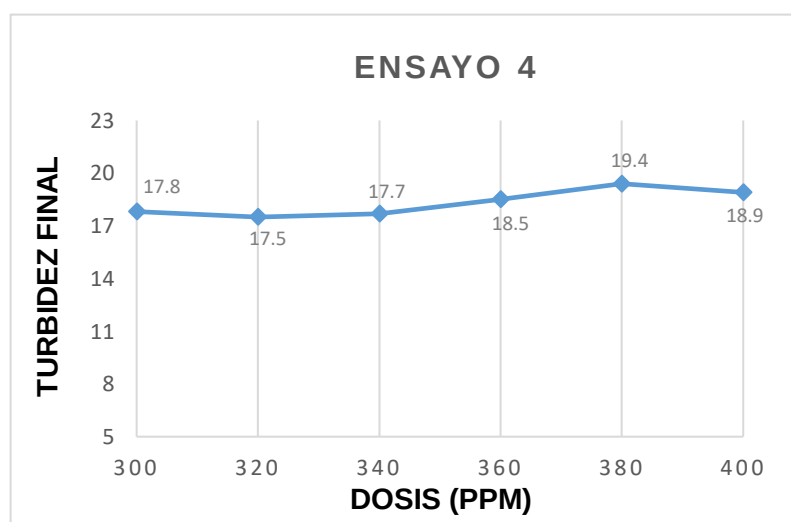
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	142	300	3	17.8	87%
2	1	142	320	3.2	17.5	88%
3	1	142	340	3.4	17.7	88%
4	1	142	360	3.6	18.5	87%
5	1	142	380	3.8	19.4	86%
6	1	142	400	4	18.9	87%

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELD Científica.

En la tabla 29, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 142 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural resina del fruto obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 88%.

Figura 16

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto de manera gráfica en el ensayo 4



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis no varían mucho, siendo 19.4 su valor mayor y 17.5 NTU su valor menor.

En la figura 16, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante natural resina del fruto tiene efecto en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis es casi lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va bajando pero en proporciones pequeñas, excepto en la jarra 5 que subió la turbidez, esto debido a que puede ser generado por el comportamiento del floc con el coagulante o porque los coloides se reestabilizarón, las demás jarras bajan su turbidez. La dosis óptima en esta prueba es de 320 ppm con una turbidez residual de 17.5 juntamente con la dosis 340 ppm con una turbidez residual de 17.7 NTU con un porcentaje de remoción de 88%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 30

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 5 con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	40	4	100	1
2	140	14	120	1.2
3	180	18	220	2.2
4	260	26	320	3.2
5	280	28	600	6
6	400	40	700	7

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante natural cáscara de plátano con el floculador. Son las dosis óptimas de las pruebas experimentales anteriores, que serán utilizadas en el ensayo 5.

Tabla 31

Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 5 (27/11/2025)

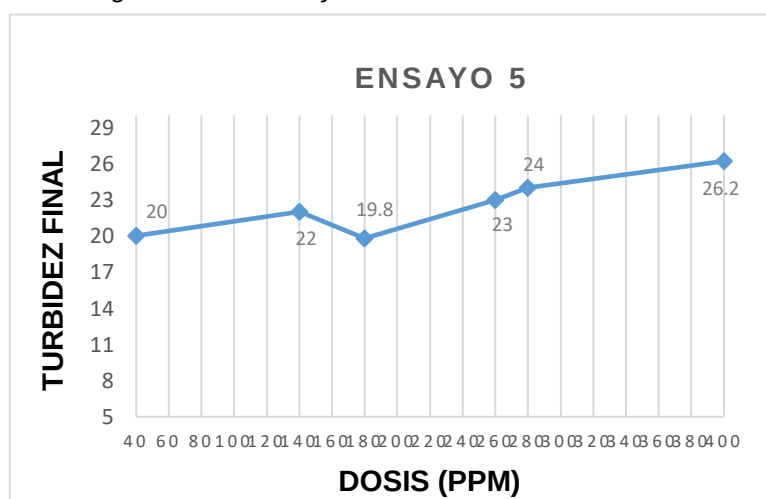
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	30.4	40	4	20	34%
2	1	30.4	140	14	22	28%
3	1	30.4	180	18	19.8	35%
4	1	30.4	260	26	23	24%
5	1	30.4	280	28	24	21%
6	1	30.4	400	40	26.2	14%

Nota: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 31, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 30.4 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural cáscara de plátano obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 35%.

Figura 17

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 5



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 26.2 y 19.8 NTU.

En la figura 17, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas que fueron las mejores dosis óptima de las pruebas experimentales anteriores, en esta prueba no se logró reducir la turbidez más del 50%, debido a que la turbidez inicial es baja, a consecuencia de ello no se logró una mayor reducción porque las partículas coloidales están dispersas y son pequeños lo cual dificulta su aglomeración para luego ser sedimentados. El comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va subiendo, excepto en la jarra 3 que está bajo la turbidez. La dosis óptima en esta prueba es de 180 ppm con una turbidez residual de 18.9 NTU con un porcentaje de remoción de 35%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 32

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 5 con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	40	4	100	1
2	140	14	120	1.2
3	180	18	220	2.2
4	260	26	320	3.2
5	280	28	600	6
6	400	40	700	7

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante natural resina del fruto con el floculador. Son las dosis óptimas de las pruebas experimentales anteriores, que serán utilizadas en el ensayo 5.

Tabla 33

Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 5 (27/11/2025)

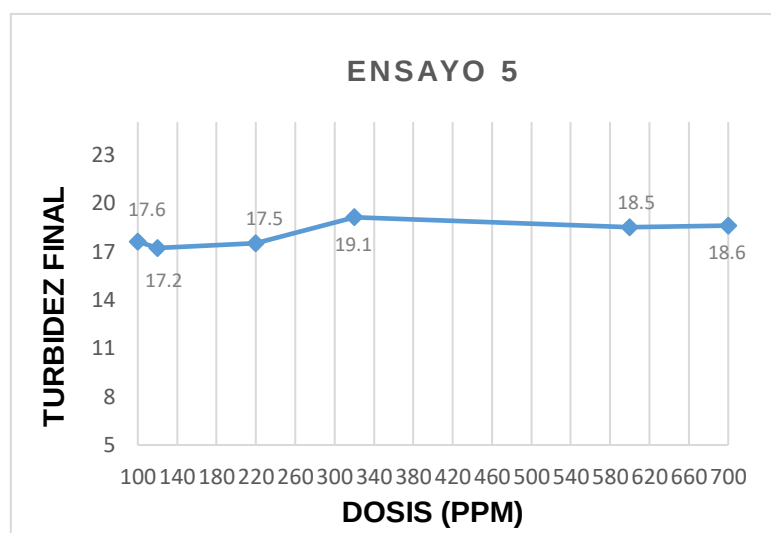
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	30.8	100	1	17.6	43%
2	1	30.8	120	1.2	17.2	44%
3	1	30.8	220	2.2	17.5	43%
4	1	30.8	320	3.2	19.1	38%
5	1	30.8	600	6	18.5	40%
6	1	30.8	700	7	18.6	40%

Nota: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELD Científica.

En la tabla 33, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 30.8 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural resina del fruto obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 44%.

Figura 18

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 5



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis no varían mucho, siendo 19.1 su valor mayor y 17.2 NTU su valor menor.

En la figura 18, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas que fueron las mejores dosis óptima de las pruebas experimentales anteriores, en esta prueba no se logró reducir la turbidez más del 50%, debido a que la turbidez inicial es baja, a consecuencia de ello no se logró una mayor reducción porque las partículas coloidales están dispersas y son pequeños lo cual dificulta su aglomeración para luego ser sedimentados. El comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va subiendo, excepto en la jarra 2 que está bajo la turbidez. La dosis óptima en esta prueba es de 120 ppm con una turbidez residual de 17.2 NTU con un porcentaje de remoción de 44%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 34

Dosis seleccionada del coagulante químico sulfato de aluminio a 1%, para la prueba patrón con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de sulfato de aluminio (ppm)	Dosis de sulfato de aluminio (ml)	Dosis de sulfato de aluminio (ppm)	Dosis de sulfato de aluminio (ml)
1	10	1	10	1
2	20	2	14	1.4
3	30	3	18	1.8
4	40	4	22	2.2
5	50	5	26	2.6
6	60	6	30	3

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante químico sulfato de aluminio que se va a utilizar para realizar la prueba patrón para el agua de la segunda muestra. Seguidamente se estableció que se aumentará 4 ppm consecutivamente de la dosis inicial.

Tabla 35

Dosis óptima del coagulante químico sulfato de aluminio a 1% para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha (04/12/2025)

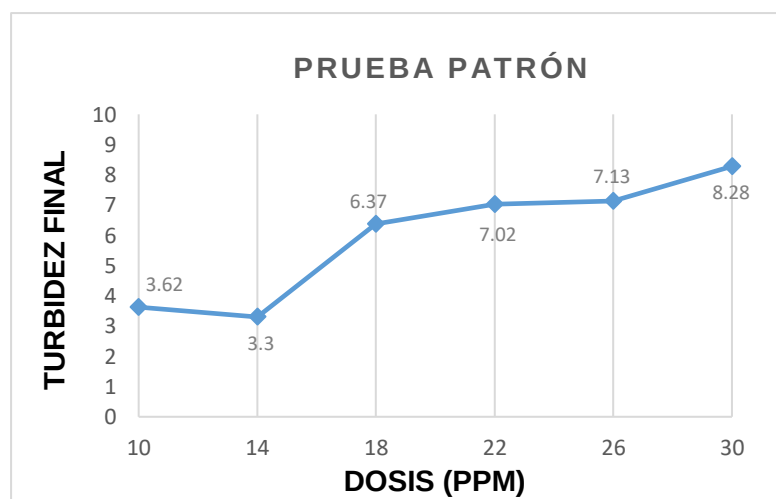
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	25	10	1	3.62	86%
2	1	25	14	1.4	3.3	87%
3	1	25	18	1.8	6.37	75%
4	1	25	22	2.2	7.02	72%
5	1	25	26	2.6	7.13	71%
6	1	25	30	3	8.28	67%

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELD Científica.

En la tabla 35, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras, para luego ser comparada con las siguientes pruebas, en esta prueba se utilizó el agua de la muestra del día 2. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 25 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU, obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 86%.

Figura 19

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante químico sulfato de aluminio a 1% de manera gráfica en la prueba patrón



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían mucho, siendo el mayor valor de 8.28 y el valor menor de 3.3 NTU.

En la figura 19, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante químico sulfato de aluminio es eficiente en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante químico en las jarras la turbidez va bajando y subiendo, esto debido a la baja turbidez inicial que presenta el agua de la muestra. La dosis óptima en esta prueba patrón para luego ser comparada es de 10 ppm con una turbidez residual de 3.62 porque con esta dosis reduce el uso del coagulante químico generando un menor costo, pero la dosis con mayor reducción de turbidez es de 14 ppm con una turbidez residual de 3.3 NTU, llegando a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 36

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 1 utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	120	12	120	1.2
2	140	14	140	1.4
3	160	16	160	1.6
4	180	18	180	1.8
5	200	20	200	2
6	220	22	220	2.2

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante natural cáscara de plátano con el floculador. Estas dosis están establecidas utilizando arcilla como ayudante de coagulación.

Tabla 37

Resultados del efecto en la reducción de la turbidez en el ensayo 1, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el coagulante natural cáscara de plátano (08/11/2025)

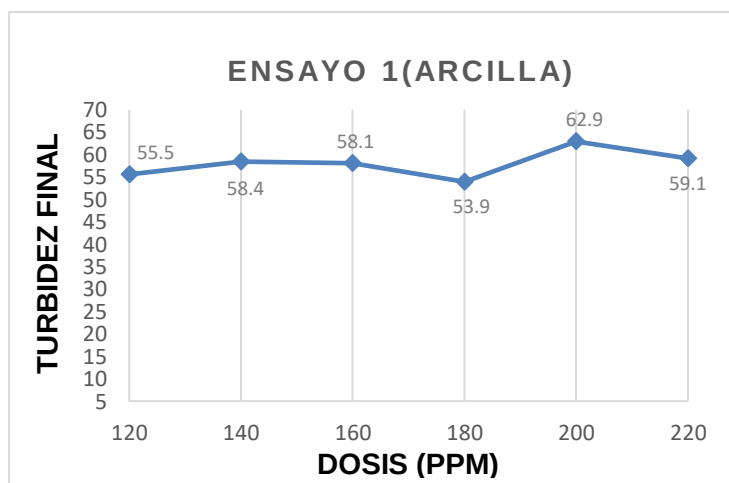
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	88	120	12	55.5	37%
2	1	88	140	14	58.4	34%
3	1	88	160	16	58.1	34%
4	1	88	180	18	53.9	39%
5	1	88	200	20	62.9	29%
6	1	88	220	22	59.1	33%

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 37, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras incluyendo un ayudante de coagulación la mezcla de la arcilla con el coagulante natural cáscara de plátano. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 88 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo su porcentaje mayor de reducción de la turbidez un 39%.

Figura 20

Descripción de los resultados del efecto en la reducción de la turbidez en el ensayo 1, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el coagulante natural cáscara de plátano



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 62.9 y 53.9 NTU.

En la figura 20, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis incluyendo un ayudante de coagulación, la mezcla de la arcilla con el coagulante natural cáscara de plátano, se incluyó este ayudante de coagulación con el fin de visualizar su efecto en la reducción de la turbidez obteniendo como turbidez inicial artificial 88 NTU. El comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis es casi lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va subiendo y bajando, excepto en la jarra 4 que está bajo la turbidez. La dosis óptima en esta prueba es de 180 ppm con una turbidez residual de 53.9 NTU con un porcentaje de remoción de 39%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU. Entonces la aplicación del ayudante de coagulación, la mezcla de la arcilla con el coagulante natural cáscara de plátano no resultó ser eficiente en la reducción de la turbidez residual.

Tabla 38

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) para el ensayo 1 utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	120	12	120	1.2
2	140	14	140	1.4
3	160	16	160	1.6
4	180	18	180	1.8
5	200	20	200	2
6	220	22	220	2.2

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante natural resina del fruto con el floculador. Estas dosis están establecidas utilizando arcilla como ayudante de coagulación.

Tabla 39

Resultados del efecto en la reducción de la turbidez en el ensayo 1, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el coagulante natural resina del fruto (08/12/2025)

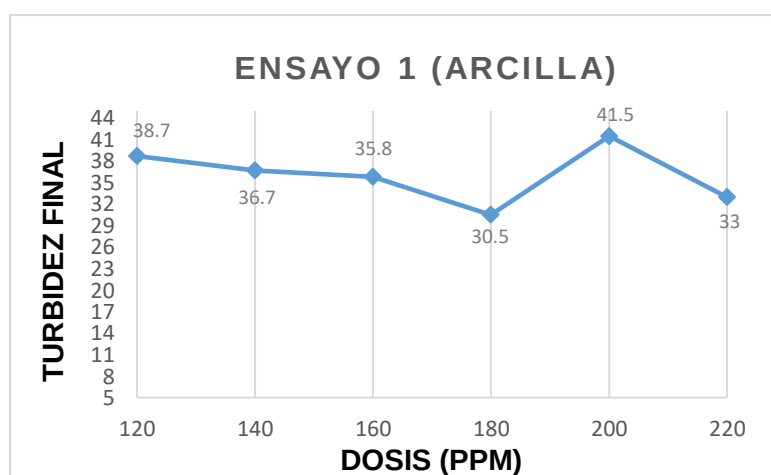
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	88	120	1.2	38.7	56%
2	1	88	140	1.4	36.7	58%
3	1	88	160	1.6	35.8	59%
4	1	88	180	1.8	30.5	65%
5	1	88	200	2	41.5	53%
6	1	88	220	2.2	33	63%

Nota: Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 39, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras incluyendo un ayudante de coagulación la mezcla de la arcilla con el coagulante natural resina del fruto. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 88 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo su porcentaje mayor de reducción de la turbidez un 65%.

Figura 21

Descripción de los resultados del efecto en la reducción de la turbidez en el ensayo 1, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con el coagulante natural resina del fruto



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 41.5 y 30.5 NTU.

En la figura 21, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis incluyendo un ayudante de coagulación, la mezcla de la arcilla con el coagulante natural resina del fruto, se incluyó este ayudante de coagulación con el fin de visualizar su efecto en la reducción de la turbidez obteniendo como turbidez inicial artificial 88 NTU. El comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis es casi lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va bajando, excepto en la jarra 5 que subió la turbidez. La dosis óptima en esta prueba es de 180 ppm con una turbidez residual de 30.5 NTU con un porcentaje de remoción de 65%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU. Entonces la aplicación del ayudante de coagulación, la mezcla de la arcilla con el coagulante natural resina del fruto no resultó ser eficiente en la reducción de la turbidez residual.

4.1.4. DESCRIPCIÓN DEL ÍNDICE DE WILLCOMB Y EL TAMAÑO DEL FLOC EN LAS DIFERENTES PRUEBAS DE ENSAYOS

Tabla 40

Descripción del comportamiento del floc al coagulante químico sulfato de aluminio 1% en el ensayo patrón

N° de prueba	pH	Alcalinidad	Dosis del coagulante (ppm)	Tiempo de visualización del floc	Tamaño del floc (mm)	Índice de Willcomb (i)	NTU Residual
1	7.458	83.25	40	2 min	0.75 – 1.0 mm	8	4.51
2	8.020	93.15	10	3 min	0.5 – 0.75 mm	6	3.62

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 40, se presenta el tiempo de visualización del floc junto con el tamaño del floc y el índice de Willcomb, como se puede observar se está mostrando las mejores dosis del coagulante químico sulfato de aluminio 1% de cada prueba. El comportamiento del floc en la prueba 1 con una dosis de 40 ppm del coagulante químico sulfato de aluminio 1% se empezó a visualizar el floc a los 2 minutos después de echar el

coagulante químico sulfato de aluminio 1%, este floc presenta un tamaño de 0.75 – 1.0 mm, siendo un floc de tamaño grande pudiéndose observar con claridad, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 8 señalando que el floc es bueno que se deposita fácil pero completamente, es decir que todos los floc se sedimentan. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 98.6 junto con una turbidez residual de 4.51 al aplicar el coagulante químico sulfato de aluminio 1%.

El comportamiento del floc en la prueba 2 con una dosis de 10 ppm del coagulante químico sulfato de aluminio 1% se empezó a visualizar el floc a los 3 minutos después de echar el coagulante químico sulfato de aluminio 1%, este floc presenta un tamaño de 0.5 – 0.75 mm, siendo un floc de tamaño regular pudiéndose observar claramente, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 6 señalando que el floc es claro de tamaño relativamente claro pero que precipita con lentitud. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 25 junto con una turbidez residual de 3.62 al aplicar el coagulante químico sulfato de aluminio 1%.

Tabla 41

Descripción del comportamiento del floc al coagulante natural cáscara de plátano

N° de prueba	pH	Alcalinidad	Dosis del coagulante (ppm)	Tiempo de visualización del floc	Tamaño del floc (mm)	Índice de Willcomb (i)	NTU Residual
1	7.458	83.25	260	3 min	0.75 – 1.0 mm	6	20.7
2	7.458	83.25	140	3 min	0.5 – 0.75 mm	4	16.5
3	7.458	83.25	40	2 min	0.5 – 0.75 mm	4	23
4	7.458	83.25	400	4 min	0.3 – 0.5 mm	4	20
5	7.458	83.25	180	2 min	0.3 – 0.5 mm	6	19.8

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 41, se presenta el tiempo de visualización del floc junto con el tamaño del floc y el índice de Willcomb, como se puede observar se está mostrando las mejores dosis del coagulante natural cáscara de plátano de cada prueba. El comportamiento del floc en la prueba 1 con una dosis de 260 ppm del coagulante natural cáscara de plátano se empezó a visualizar el floc a los 3 minutos después de echar el coagulante natural cáscara de plátano, este floc presenta un tamaño de 0.75 – 1.0 mm, siendo un floc de tamaño grande pudiéndose observar con claridad, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 6 señalando que el floc es claro de tamaño relativamente claro pero que precipita con lentitud. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 108 junto con una turbidez residual de 20.7 al aplicar el coagulante natural cáscara de plátano.

El comportamiento del floc en la prueba 2 con una dosis de 140 ppm del coagulante natural cáscara de plátano se empezó a visualizar el floc a los 3 minutos después de echar el coagulante natural cáscara de plátano, este floc presenta un tamaño de 0.5 – 0.75 mm, siendo un floc de tamaño regular pudiéndose observar claramente, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 4 señalando que el floc está bien formado, pero uniformemente distribuido no sedimenta encontrándose el floc disperso y en remolino. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 85 junto con una turbidez residual de 16.5 al aplicar coagulante natural cáscara de plátano.

El comportamiento del floc en la prueba 3 con una dosis de 40 ppm del coagulante natural cáscara de plátano se empezó a visualizar el floc a los 2 minutos después de echar el coagulante natural cáscara de plátano, este floc presenta un tamaño de 0.5 – 0.75 mm, siendo un floc de tamaño regular pudiéndose observar claramente, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 4 señalando que el floc está bien formado, pero uniformemente distribuido sedimenta rápido pero no todo los floc encontrándose el floc disperso. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 125 junto con una turbidez residual de 23 al aplicar coagulante natural cáscara de plátano.

El comportamiento del floc en la prueba 4 con una dosis de 400 ppm del coagulante natural cáscara de plátano se empezó a visualizar el floc a los 4 minutos después de echar el coagulante natural cáscara de plátano, este floc presenta un tamaño de 0.3 – 0.5 mm, siendo un floc de tamaño pequeño, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 4 señalando que el floc está bien formado, pero uniformemente distribuido sedimenta rápido pero no todo los floc encontrándose el floc disperso. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 123 junto con una turbidez residual de 20 al aplicar coagulante natural cáscara de plátano.

El comportamiento del floc en la prueba 5 con una dosis de 180 ppm del coagulante natural cáscara de plátano se empezó a visualizar el floc a los 2 minutos después de echar el coagulante natural cáscara de plátano, este floc presenta un tamaño de 0.3 – 0.5 mm, siendo un floc de tamaño pequeño, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 6 señalando que el floc es claro de tamaño relativamente claro pero que precipita con lentitud. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 30.4 junto con una turbidez residual de 19.8 al aplicar coagulante natural cáscara de plátano.

Tabla 42

Descripción del comportamiento del floc al coagulante natural resina del fruto

Nº de prueba	pH	Alcalinidad	Dosis del coagulante (ppm)	Tiempo de visualización del floc	Tamaño del floc (mm)	Índice de Willcomb (i)	NTU Residual
1	7.458	83.25	700	5 min	< 0.3 – 0.5 mm	2	19.9
2	7.458	83.25	200	3 min	0.5 – 0.75 mm	8	17.4
3	7.458	83.25	100	5 min	0.5 – 0.75 mm	4	12.3
4	7.458	83.25	320	4 min	0.3 – 0.5 mm	8	17.5
5	7.458	83.25	120	4 min	0.3 – 0.5 mm	4	17.2

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 42, se presenta el tiempo de visualización del floc junto con el tamaño del floc y el índice de Willcomb, como se puede observar se está mostrando las mejores dosis del coagulante natural resina del fruto de cada prueba. El comportamiento del floc en la prueba 1 con una dosis de 700 ppm del coagulante natural resina del fruto se empezó a visualizar el floc a los 5 minutos después de echar el coagulante natural resina del fruto, este floc presenta un tamaño menor de 0.3 – 0.5 mm, siendo un floc de tamaño pequeño pero visible, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 2 señalando que el floc es muy pequeño, casi imperceptible para un observador no entrenado. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 108 junto con una turbidez residual de 19.9 al aplicar el coagulante natural resina del fruto.

El comportamiento del floc en la prueba 2 con una dosis de 200 ppm del coagulante natural resina del fruto se empezó a visualizar el floc a los 3 minutos después de echar el coagulante natural resina del fruto, este floc presenta un tamaño de 0.5 – 0.75 mm, siendo un floc de tamaño regular pudiéndose observar claramente, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 8 señalando que el floc es bueno que se deposita fácil pero completamente, es decir que todos los floc se sedimentan. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 88 junto con una turbidez residual de 17.4 al aplicar coagulante natural resina del fruto.

El comportamiento del floc en la prueba 3 con una dosis de 100 ppm del coagulante natural resina del fruto se empezó a visualizar el floc a los 5 minutos después de echar el coagulante natural resina del fruto, este floc presenta un tamaño de 0.5 – 0.75 mm, siendo un floc de tamaño regular pudiéndose observar claramente, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 4 señalando que el floc está bien formado, pero uniformemente distribuido sedimenta rápido pero no todo los floc encontrándose el floc disperso. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 88.5 junto con una turbidez residual de 12.3 al aplicar coagulante natural resina del fruto.

El comportamiento del floc en la prueba 4 con una dosis de 320 ppm del coagulante natural resina del fruto se empezó a visualizar el floc a los 4 minutos después de echar el coagulante natural resina del fruto, este floc presenta un tamaño de 0.3 – 0.5 mm, siendo un floc de tamaño pequeño, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 8 señalando que el floc es bueno que se deposita fácil pero completamente, es decir que todos los floc se sedimentan. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 142 junto con una turbidez residual de 17.5 al aplicar coagulante natural resina del fruto.

El comportamiento del floc en la prueba 5 con una dosis de 120 ppm del coagulante natural resina del fruto se empezó a visualizar el floc a los 4 minutos después de echar el coagulante natural resina del fruto, este floc presenta un tamaño de 0.3 – 0.5 mm, siendo un floc de tamaño pequeño, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 4 señalando que el floc está bien formado, pero uniformemente distribuido sedimenta rápido pero no todo los floc encontrándose el floc disperso. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 30.8 junto con una turbidez residual de 17.2 al aplicar coagulante natural resina del fruto.

Tabla 43

Descripción del comportamiento del floc, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con los coagulantes naturales

Coagulantes	pH	Alcalinidad	Dosis del coagulante (ppm)	Tiempo de visualización del floc	Tamaño del floc (mm)	Índice de Willcomb (i)	NTU Residual
Cáscara	8.020	93.15	180	4 min	0.3 – 0.5 mm	6	53.9
Resina	8.020	93.15	180	7 min	0.75 – 1.0 mm	4	30.5

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELD Científica.

En la tabla 43, se presenta el tiempo de visualización del floc junto con el tamaño del floc y el índice de Willcomb, como se puede observar se está mostrando las mejores dosis de los coagulantes naturales,

utilizando arcilla como ayudante de coagulación de cada prueba. El comportamiento del floc con el coagulante natural cáscara de plátano, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con una dosis de 180 ppm del coagulante natural cáscara de plátano se empezó a visualizar el floc a los 4 minutos después de echar el coagulante natural cáscara de plátano, este floc presenta un tamaño de 0.3 – 0.5 mm, siendo un floc de tamaño pequeño, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 6 señalando que el floc es claro de tamaño relativamente claro pero que precipita con lentitud. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 88 junto con una turbidez residual de 53.9 al aplicar el coagulante natural cáscara de plátano.

El comportamiento del floc con el coagulante natural resina del fruto, utilizando arcilla como ayudante de coagulación con una dosis de 180 ppm del coagulante natural resina del fruto se empezó a visualizar el floc a los 7 minutos después de echar el coagulante natural resina del fruto, este floc presenta un tamaño de 0.75 – 1.0 mm, siendo un floc de tamaño regular pudiéndose observar claramente, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 4 señalando que el floc está bien formado, pero uniformemente distribuido no sedimenta encontrándose el floc disperso y en remolino. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 88 junto con una turbidez residual de 30.5 al aplicar coagulante resina del fruto.

4.1.5. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS COAGULANTES NATURALES

Tabla 44

Análisis proximal de la cáscara de plátano

ENSAYOS	RESULTADO
Humedad (g/100 g de muestra)	10,1
Cenizas Totales (g/100 g de muestra original)	8,5
Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	10,1
Proteínas (g/100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	6,8
Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	70,7
Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	345,1
% Kcal, proveniente de Carbohidratos	81,9
% Kcal, proveniente de Grasa	10,2
% Kcal, proveniente de Proteínas	7,9
Grasa Cruda (g/100 g de muestra original)	3,9

Nota. Elaborado en la Molina calidad total laboratorio, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2026.

En la tabla 44, nos presenta todas las propiedades que tiene la cáscara de plátano, en la base teórica se menciona que para que actúe como coagulante del agua tiene que ser un polímero. Dentro de los polímeros naturales se encuentran las proteínas y como se puede observar en la tabla 44 la cáscara de plátano tiene 6,8 g/100 g de proteínas y 70,7 de carbohidratos g/100 g, explicando sus propiedades como coagulante del agua.

Tabla 45*Análisis proximal de la resina del fruto*

ENSAYOS	RESULTADO
Humedad (g/100 g de muestra)	91,5
Cenizas Totales (g/100 g de muestra original)	1,2
Fibra Cruda (g/100 g de muestra original)	0,1
Proteínas (g/100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	0,4
Carbohidratos (g/100 g de muestra original)	6,8
Energía Total (Kcal/100 g de muestra original)	29,7
% Kcal, proveniente de Carbohidratos	91,6
% Kcal, proveniente de Grasa	3,0
% Kcal, proveniente de Proteínas	5,4
Grasa Cruda (g/100 g de muestra original)	0,1

Nota: Elaborado en la Molina calidad total laboratorio, Universidad Nacional Agraria La Molina, 2026.

En la tabla 45, nos presenta todas las propiedades que tiene la resina del fruto, en la base teórica se menciona que para que actúe como coagulante del agua tiene que ser un polímero. Dentro de los polímeros naturales se encuentran las proteínas y como se puede observar en la tabla 45 la resina del fruto tiene 0,4 g/100 g de proteínas y 6,8 de carbohidratos g/100 g, explicando sus propiedades como coagulante.

4.1.6. ENSAYO COMPARATIVO ENTRE LOS COAGULANTES NATURALES CON EL FLOCULADOR VELD SCIENTIFICA CON EL AGUA DE LA QUEBRADA CHALLHUACocha

En este punto del estudio se busca comparar a los coagulantes naturales, buscando la dosis óptima para cada coagulante. Al encontrar la dosis óptima, se utilizará esta misma dosis en las 6 jarras con el fin de comparar el efecto de cada coagulante natural.

Tabla 46

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) en el ensayo 1 para la prueba comparativa con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	100	12	120	1.2
2	130	14	140	1.4
3	160	16	160	1.6
4	190	18	180	1.8
5	220	20	200	2
6	250	22	250	2.2

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante natural cáscara de plátano buscando la dosis óptima para la prueba comparativa. Seguidamente se estableció que se aumentará 30 ppm consecutivamente de la dosis inicial.

Tabla 47

Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 1 (09/12/2025)

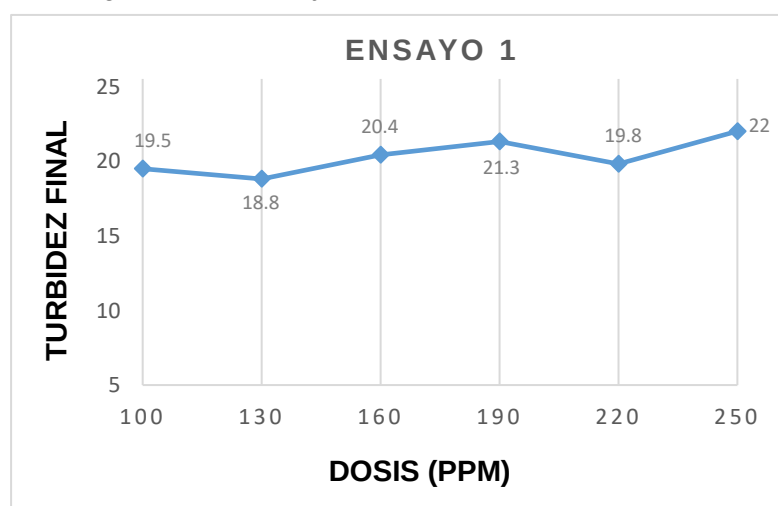
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	55	100	10	19.5	65%
2	1	55	130	13	18.8	66%
3	1	55	160	16	20.4	63%
4	1	55	190	19	21.3	61%
5	1	55	220	22	19.8	64%
6	1	55	250	25	22	60%

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 47, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 55 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural cáscara de plátano obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 66%.

Figura 22

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 1



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 22 y 18.8 NTU.

En la figura 22, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante natural cáscara de plátano tiene efecto en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va bajando y subiendo, en la jarra 4 y en la jarra 6 subió la turbidez esto debido a que puede ser generado por el comportamiento del floc con el coagulante o porque los coloides se reestabilizarón, las demás jarras mantienen su turbidez baja. La dosis óptima en esta prueba para luego ser comparada es de 130 ppm con una turbidez residual de 18.8 NTU con un porcentaje de remoción de 66%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 48

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) en el ensayo 1 para la prueba comparativa con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	100	12	60	1.2
2	130	14	90	1.4
3	160	16	120	1.6
4	190	18	150	1.8
5	220	20	180	2
6	250	22	210	2.2

Nota. Se muestra las distintas dosis del coagulante natural resina del fruto buscando la dosis óptima para la prueba comparativa. Seguidamente se estableció que se aumentará 30 ppm consecutivamente de la dosis inicial.

Tabla 49

Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 1 (09/12/2025)

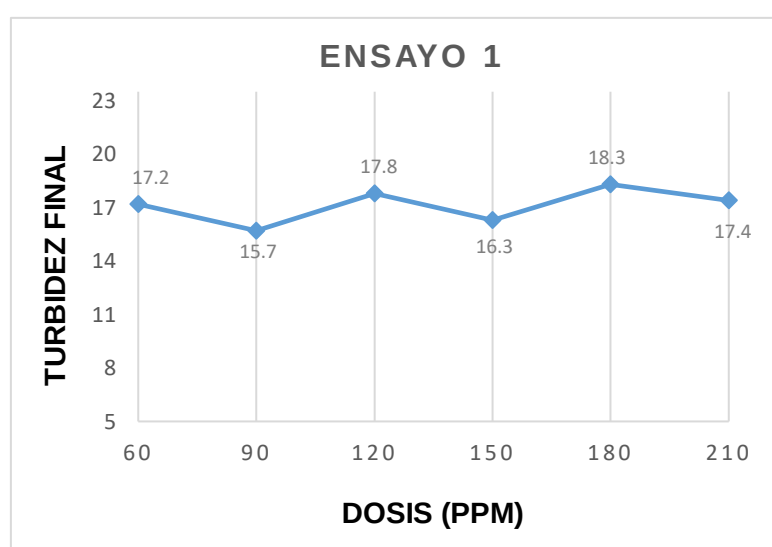
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	55	60	0.6	17.2	69%
2	1	55	90	0.9	15.7	71%
3	1	55	120	1.2	17.8	68%
4	1	55	150	1.5	16.3	70%
5	1	55	180	1.8	18.3	67%
6	1	55	210	2.1	17.4	68%

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELD Científica.

En la tabla 49, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 55 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó diferentes dosis del coagulante natural resina del fruto obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 71%.

Figura 23

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto de manera gráfica en el ensayo 1



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con diferentes dosis varían oscilando entre 18.3 y 15.7 NTU.

En la figura 23, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, donde nos indica que el coagulante natural resina del fruto tiene efecto en la reducción de la turbidez, debido a que el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va bajando y subiendo, en la jarra 3 y en la jarra 5 subió la turbidez esto debido a que puede ser generado por el comportamiento del floc con el coagulante o porque los coloides se reestabilizarón, las demás jarras mantienen su turbidez baja. La dosis óptima en esta prueba para luego ser comparada es de 90 ppm con una turbidez residual de 15.7 NTU con un porcentaje de remoción de 71%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 50

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) en el ensayo 2 para la prueba comparativa con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	130	13	90	0.9
2	130	13	90	0.9
3	130	13	90	0.9
4	130	13	90	0.9
5	130	13	90	0.9
6	130	13	90	0.9

Nota. Se muestra la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano para realizar la prueba comparativa.

Tabla 51

Dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 2 (10/12/2025)

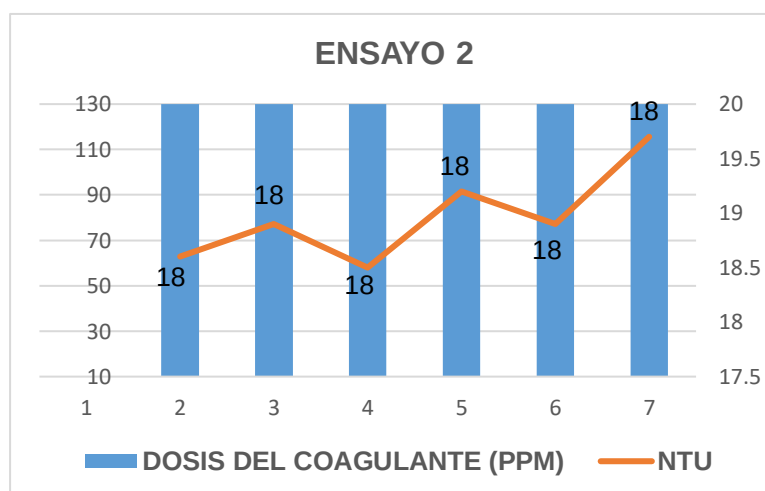
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	55	130	13	18.6	66%
2	1	55	130	13	18.9	66%
3	1	55	130	13	18.5	66%
4	1	55	130	13	19.2	65%
5	1	55	130	13	18.9	66%
6	1	55	130	13	19.7	64%

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELD Científica.

En la tabla 51, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 55 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó las mismas dosis del coagulante natural cáscara de plátano para luego ser comparada con el coagulante natural resina del fruto, obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 66%.

Figura 24

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural cáscara de plátano de manera gráfica en el ensayo 2



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con la misma dosis no varían mucho oscilando entre 19.7 y 18.5 NTU.

En la figura 24, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, se aplicó la misma dosis en las seis jarras y como se observa el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va subiendo y bajando, en la jarra 5 y en la jarra 6 subió la turbidez esto debido a que puede ser generado por el comportamiento del floc con el coagulante o porque los coloides se reestabilizarón, las demás jarras mantienen su turbidez baja. La jarra con menor turbidez residual fue la jarra 3 con 18.5 NTU con un porcentaje de remoción de 66%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

Tabla 52

Dosis seleccionada del coagulante natural cáscara de plátano (10000 mg/L) y resina del fruto (100000 mg/L) en el ensayo 2 para la prueba comparativa con el floculador

Jarras de ensayo (1 L)	Dosis de cáscara de plátano (ppm)	Dosis de cáscara de plátano (ml)	Dosis de resina del fruto (ppm)	Dosis de resina del fruto (ml)
1	130	13	90	0.9
2	130	13	90	0.9
3	130	13	90	0.9
4	130	13	90	0.9
5	130	13	90	0.9
6	130	13	90	0.9

Nota. Se muestra la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto para realizar la prueba comparativa.

Tabla 53

Dosis óptima del coagulante natural resina del fruto, para coagular el agua de la quebrada Challhuacocha en el ensayo 2 (10/12/2025)

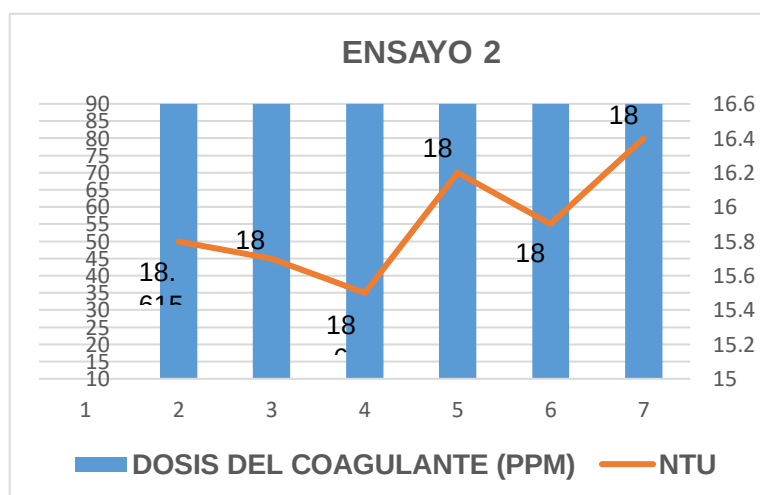
JARRAS	CANTIDAD DE MUESTRA (l)	NTU (Inicial)	DOSIS DEL COAGULANTE (ppm)	DOSIS DEL COAGULANTE (ml)	NTU (Residual)	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN DE TURBIDEZ
1	1	55	90	0.9	15.8	71%
2	1	55	90	0.9	15.7	71%
3	1	55	90	0.9	15.5	72%
4	1	55	90	0.9	16.2	71%
5	1	55	90	0.9	15.9	71%
6	1	55	90	0.9	16.4	70%

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 53, se presenta las dosis utilizadas con la turbidez residual utilizando el equipo de ensayo de jarras. Como se puede observar la turbidez inicial de la muestra es de 55 NTU excediéndose los LMP, que vendrían hacer como máximo 5 NTU. Siendo la turbidez inicial alta se aplicó las mismas dosis del coagulante natural resina del fruto para luego ser comparada con el coagulante natural cáscara de plátano, obteniendo como porcentaje mayor de reducción un 72%.

Figura 25

Descripción de los resultados de la dosis óptima del coagulante natural resina del fruto de manera gráfica en el ensayo 2



Nota. Como se puede observar los resultados de la turbidez final con la misma dosis no varían mucho oscilando entre 16.4 y 15.5 NTU.

En la figura 25, se muestra los resultados de la turbidez residual junto con las dosis utilizadas, se aplicó la misma dosis en las seis jarras y como se observa el comportamiento de la turbidez de la muestra con las dosis no es lineal porque a medida que se va vertiendo el coagulante en las jarras la turbidez va bajando y subiendo, en la jarra 4 y en la jarra 6 subió la turbidez esto debido a que puede ser generado por el comportamiento del floc con el coagulante o porque los coloides se reestabilizarón, las demás jarras mantienen su turbidez baja. La jarra con menor turbidez residual fue la jarra 3 con 15.5 NTU con un porcentaje de remoción de 72%. A pesar de que su porcentaje de reducción es mayor no llega a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU.

4.1.7. DESCRIPCIÓN DEL ÍNDICE DE WILLCOMB Y EL TAMAÑO DEL FLOC EN EL ENSAYO COMPARATIVO ENTRE LOS COAGULANTES NATURALES

Tabla 54

Descripción del comportamiento del floc con la dosis óptima a los coagulantes naturales

Coagulantes	pH	Alcalinidad	Dosis del coagulante (ppm)	Tiempo de visualización del floc	Tamaño del floc (mm)	Índice de Willcomb (i)	NTU Residual
Cáscara	8.020	93.15	130	3 min	0.5 – 0.75 mm	4	18.8
Resina	8.020	93.15	90	4 min	0.3 – 0.5 mm	8	15.7

Nota. Elaborado en el laboratorio de biotecnología de la Universidad De Huánuco (UDH), utilizando el floculador VELP Scientifica.

En la tabla 54, se presenta el tiempo de visualización del floc junto con el tamaño del floc y el índice de Willcomb, como se puede observar se está mostrando las mejores dosis de los coagulantes naturales de cada prueba. El comportamiento del floc con el coagulante natural cáscara de plátano con una dosis de 130 ppm del coagulante natural cáscara de plátano se empezó a visualizar el floc a los 3 minutos después de echar el coagulante natural cáscara de plátano, este floc

presenta un tamaño menor de 0.5 – 0.75 mm, siendo un floc de tamaño regular pudiéndose observar claramente, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 4 señalando que el floc está bien formado, pero uniformemente distribuido no sedimenta encontrándose el floc disperso. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 55 junto con una turbidez residual de 18.8 al aplicar el coagulante natural cáscara de plátano.

El comportamiento del floc con el coagulante natural resina del fruto con una dosis de 90 ppm del coagulante natural resina del fruto se empezó a visualizar el floc a los 4 minutos después de echar el coagulante natural resina del fruto, este floc presenta un tamaño de 0.3 – 0.5 mm, siendo un floc de tamaño pequeño pudiéndose observar claramente, en cuanto al índice de Willcomb presenta un índice de 8 señalando que el floc es bueno que se deposita fácil pero completamente, es decir que todos los floc se sedimentan. Esta prueba presenta una turbidez inicial de 55 junto con una turbidez residual de 15.7 al aplicar coagulante natural resina del fruto.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Para contrastar la hipótesis general, utilizaremos los datos obtenidos en la prueba comparativa entre los coagulantes naturales cáscara de plátano y resina del fruto, antes y después de verter los coagulantes, mediante el programa SPSS se evaluaremos si los resultados son significativos, a través de un análisis vamos a determinar cuál de los dos coagulantes naturales es más eficiente en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha. Para contrastar las hipótesis específicas utilizaremos los datos de las cinco pruebas antes y después de verter los coagulantes.

4.2.1. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La resina del fruto es más eficiente que la cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) como coagulante en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

Ho: La resina del fruto no es más eficiente que la cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) como coagulante en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

Tabla 55

Prueba de normalidad de los datos obtenidos de la tabla 51 y la tabla 53

Shapiro-Wilk				
NTU _f	Coagulantes	Estadístico	gl	Sig.
	Cáscara	.927	6	.556
	Resina	.966	6	.866

Nota. Al realizar la prueba estadística de normalidad, se comprueba que los datos tienen una distribución normal porque supera el p-valor de 0.05, por tanto, pertenece a la estadística paramétrica, la prueba estadística a utilizar según la distribución normal sería la prueba t de Student para muestras independientes.

Tabla 56*Prueba de homogeneidad de varianzas*

Prueba de Levene para la igualdad de varianzas			
NTU	Se asumen varianzas iguales	F	Sig.
		.274	.612

Nota. Al realizar la prueba de homogeneidad, se comprueba que los grupos son homogéneos debido a que supera el p-valor de 0.05.

Tabla 57*Prueba t de Student para muestras independientes*

Prueba t para igualdad de medias						
NTU	Se asumen varianzas iguales	Significación			95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		P de un facto	P de dos un facto	Diferencia de medias	error estándar de la diferencia	
					Inferior	Superior
	Se asumen varianzas iguales	<.001	<.001	3.05000	.22373	2.55150 3.54850
	No asumen varianzas iguales	<.001	<.001	3.05000	.22373	2.54654 3.55346

Nota. Al realizar la prueba t de Student, se comprueba que el valor de significancia es < 0.01 , es decir menor al p-valor de 0.05, que significa que las medias son diferentes demostrando que existe diferencias significativas en los dos coagulantes naturales que se aplicó en la investigación, dando paso a la hipótesis alterna que afirma que la resina del fruto es más eficiente que la cáscara de plátanos en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

4.2.2. CONTRASTACIÓN DE LAS HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Hi: Al realizar 5 pruebas experimentales mediante el ensayo de la prueba de jarras con diferentes dosis mg/L del coagulante reducirá la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

Ho: Al realizar 5 pruebas experimentales mediante el ensayo de la prueba de jarras con diferentes dosis ppm del coagulante no reducirá la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

Tabla 58

Comparación de los coagulantes en las 5 pruebas experimentales con distintas dosis

Pruebas	COAGULANTES NATURALES							
	Cáscara de plátano				Resina del fruto			
	NTU ₀	DOSIS (ppm)	NTU _f	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN %	NTU ₀	DOSIS (ppm)	NTU _f	PORCENTAJE DE REDUCCIÓN %
1	108	260	20.7	81%	108	700	19.9	82%
2	85	180	16.5	81%	88	200	17.4	80%
3	125	40	23	82%	88.5	100	12.3	86%
4	123	340	20.1	84%	142	320	17.5	88%
5	30.4	180	19.8	35%	30.8	120	17.2	44%

Nota: Como se puede observar, se está presentando las dosis que tuvieron mayor reducción de turbidez en cada prueba, indicando que existen diferencias entre la turbidez inicial (NTU₀) y la turbidez final (NTU_f), dando paso a la hipótesis alterna que afirma que al realizar 5 pruebas experimentales mediante el ensayo de la prueba de jarras con diferentes dosis ppm del coagulante reducirá la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

Hi: Mediante el análisis proximal, la resina del fruto y la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) tienen propiedades coagulantes.

Ho: Mediante el análisis proximal, la resina del fruto y la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) no tienen propiedades coagulantes.

Al realizarse el análisis proximal la cáscara de plátano y la resina del fruto tienen la característica de ser polisacáridos debido a que tienen proteínas y carbohidratos, dentro de las bases teóricas el autor Ortega (2020), afirma que la cáscara de plátano tiene como características químicas almidón 39,89% Hemicelulosa 14,80% y celulosa 13,20%. Al igual que la resina del fruto los autores Vargas et al., (2013) menciona que dentro de sus características contiene almidón, dando paso a la hipótesis alterna que, mediante el análisis proximal, la resina del fruto y la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) tienen propiedades coagulantes.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el presente estudio, tuvo como objetivo general: Comparar cuál de los dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) es más eficiente como coagulante en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.

Con relación a ello, se observó en la prueba experimental entre los dos coagulantes naturales existe una gran diferencia de media significativa en cuanto a la reducción de la turbidez de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha. Siendo el coagulante natural resina del fruto quien tuvo el mejor resultado con un 72% en la reducción de la turbidez a diferencia del coagulante natural cáscara de plátano con un 66% en la reducción de la turbidez.

En el estudio de Méndez et al. (2022), mencionan que la utilización de la cáscara de plátano es una buena opción para la reducción de la turbidez de las aguas crudas, logrando un 99.3% de remoción de la turbidez con una dosis de 5 ppm utilizando agua turbia sintética, a diferencia del presente estudio, que en las diferentes pruebas experimentales se observó que solo logró un 84% en la reducción de la turbidez con una dosis de 340 ppm utilizando agua turbia de la quebrada Challhuacocha. Se presentan diferentes resultados esto puede ser debido a que en los dos estudios se utilizaron aguas diferentes, el primero con intervención de los autores y en el otro sin intervención del autor.

Pelayo & Zarate (2022), realizaron una comparación entre el coagulante químico sulfato de aluminio y el coagulante natural cáscara de plátano donde sustentan que utilizando el sulfato de aluminio, se obtuvo una remoción de turbidez a un 94.59% y utilizando la cáscara de plátano, se obtuvo una remoción de turbidez a un 86.90% con 4 mg/L de dosis, concluyendo que al utilizar el sulfato de aluminio sobrepasa el valor de remoción de turbidez a un 10% y al utilizar el coagulante cáscara de plátano en menor dosificación se obtendrá mejores resultados, en el presente estudio también se realizó una

prueba patrón con el sulfato de aluminio reduciendo la turbidez a un 95% con 4 ml y la cáscara de plátano reduciendo la turbidez a un 84% con una dosificación de 340 mg/L, a diferencia del estudio anterior en este estudio se obtuvo la mejor reducción de turbidez con una dosificación alta esto se debe a que se trabajó con distintos valores de turbidez inicial 52.84 NTU para el primer caso y 123 NTU para el presente estudio.

Arenas & Linares (2024), indican que la cáscara de plátano demuestra la eficacia como coagulante natural para el tratamiento de las aguas crudas, logrando un 93.63% de reducción de la turbidez con una dosis de 400 mg/L con un pH de 8 a diferencia del presente estudio que con 400 mg/L logró reducir la turbidez a 84% con un pH de 7, esto tal vez se debe a la diferencia del pH del agua, debido a que uno es alcalino y el otro neutro.

Campos & Ferrer (2024), afirman en su estudio que la cáscara de plátano como coagulante es eficiente logrando eliminar la turbidez por completo, cumpliendo con los valores del Reglamento de la calidad del agua para consumo humano con una dosis de 200 mg/L, sin embargo, en el presente estudio solo redujo la turbidez a un 84% con 340 mg/L sin llegar a cumplir con el valor de los LMP que es máximo 5 NTU para la turbidez. La diferencia de los resultados puede ser debido al proceso de coagulación-floculación porque se utilizaron diferentes velocidades y tiempo para su proceso; en la primera investigación se utilizó para la mezcla lenta una velocidad de 50 rpm con un tiempo de 20 minutos, mientras que en el presente estudio se utilizó para la mezcla lenta una velocidad de 30 rpm con un tiempo de 10 minutos, considerar esto es de importancia debido a que en ese proceso se forman los flóculos grandes.

CONCLUSIONES

Al llevarse a cabo la ejecución del proyecto, se concluye que tanto como la resina del fruto y la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) presentan condiciones para ser coagulantes, evidenciando también que existe una diferencia entre los dos coagulantes naturales, siendo la resina del fruto el coagulante natural quien tuvo un mayor porcentaje en la reducción de la turbidez. Validando su uso como una alternativa de bajo costo y sostenible en las aguas crudas.

Se evaluó las características fisicoquímicas básicas del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha, presentando una turbidez alta en las diferentes pruebas superando los valores de los LMP, con un pH de 7.458 y 8.020 manteniéndose estable después de verter los coagulantes naturales, con una alcalinidad de 83.25 y 93.15 mg/L de CaCO_3 siendo el agua apta para coagular debido a que es mayor a 30 mg/L de CaCO_3 .

Al realizar las diferentes pruebas experimentales con el floculador se determinó que la dosis óptima para la resina del fruto es de 88% con las dosis de 320 y 340 ppm y la dosis óptima para la cáscara de plátano es de 84% con las dosis de 340 y 400 ppm. Demostrando que la resina del fruto fue más eficiente que la cáscara de plátano presentándose en las mismas condiciones.

Se realizó un análisis proximal a los coagulantes naturales a prueba como resultados obtuvimos que tanto como la cáscara de plátano y la resina del fruto están compuestos por proteínas y carbohidratos, siendo esto característica de los polisacáridos lo cual explica sus propiedades como coagulantes.

Al realizarse las pruebas experimentales se demostró que los coagulantes naturales no tienen tanto efecto en la reducción de la turbidez en un agua con poca turbidez, lo mismo pasó con la prueba patrón que es el sulfato de aluminio donde se usó mayor dosificación en un agua con menor turbidez que en un agua con mayor turbidez.

Finalmente se concluye que a pesar de que la resina del fruto fue mucho más eficiente en comparación con la cáscara de plátano, no llega a cumplir con los valores de los LMP, pero si tienen la capacidad de ser coagulantes, para llegar a cumplir con la normativa se necesitará que el agua llegue a pasar por los demás procesos de potabilización del agua para consumo humano.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los siguientes investigadores continuar con el estudio presente, es decir implementando el proceso de filtración y desinfección, debido a que si reduce la turbidez que se encuentra presente en el agua.
- Si bien no se llegó a los resultados esperados que fue cumplir con los valores de la normativa, los coagulantes naturales si llegaron a disminuir la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha, se recomienda utilizar el agua para el uso doméstico y para el riego de los cultivos.
- Para cualquier prueba experimental en laboratorio, se recomienda que los equipos de laboratorio a utilizar estén bien calibrados y de buen estado para obtener datos exactos para que el estudio sea mucho más confiable.
- Se recomienda a las futuras investigaciones seguir investigando la resina del fruto y sus propiedades como coagulante, debido a que no existe ningún antecedente donde haya sido utilizada como coagulante del agua.
- De la misma manera se recomienda investigar otros vegetales, semillas, frutas, animales, entre otros productos a las futuras investigaciones para fomentar la utilización de coagulantes naturales y dejar el uso de coagulantes químicos debido a que generan lodos tóxicos en su uso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia UNAL. (01 de julio del 2020). *Cáscaras de plátano, fuente de glucosa para la industria alimenticia*. <https://goo.su/Dzcb9H>
- Aguilar, M. I, Sáez, J., LLoréns, M. Soler, A. y Ortuño, J.F. (2002). *Tratamiento físico-químico de aguas residuales COAGULACIÓN – FLOCULACIÓN*. Editum. <https://goo.su/tsPbPZ>
- Andía Cárdenas, Y. (2000). *Tratamiento de agua coagulación y floculación*. Sedapal. <https://goo.su/uJYYsUT>
- Arboleda Valencia, J. (1992). *Teoría y práctica de la Purificación del agua - Teoría de la Coagulación del Agua*. Acodal, Colombia. <https://goo.su/lu942>
- Arenas, C. V. y Linares, C. G. (2024). *Eficiencia del coagulante natural extraído de la cáscara de plátano Bellaco Harton (Musa sp.) para la reducción de la turbidez del agua proveniente de los pantanos de villa – Chorrillos*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio institucional Universidad Nacional del Callao. <https://surl.li/pegkup>
- Autoridad Nacional de Servicio Civil. (2021). *Gestión Sostenible del Agua*. Escuela Nacional de Administración Pública. <https://goo.su/Eq6UFHT>
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. [Archivo PDF]. https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/r.j._010-2016-ana_0.pdf
- Barrenechea, A. (2004). *Capítulo 4, Coagulación*. [Archivo PDF]. <https://goo.su/BXFhM>
- Blasco, G. y Gómez, F. J. (2014). Propiedades funcionales del plátano (Musa sp). *Revista médica de la Universidad Veracruzana*, 14(02), 22-26. https://www.uv.mx/rm/num_anteriores/revmedica_vol14_num2/articulos/propiedades.pdf

- Campos Firma, M. K. (2024). *Comparación de la capacidad coagulante de sábila (aloe vera) y nopal/tuna (opuntia ficus-indica) para la remoción de turbidez en aguas crudas*. [Tesis de pregrado, Universidad De Huánuco]. Repositorio institucional Universidad De Huánuco. <https://goo.su/SJ4z>
- Campos, E. A. y Ferrer, A. A. (2024). *Uso de coagulantes naturales de tuna y plátano para potabilizar las aguas del Río Huaura en el año 2024*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. <https://goo.su/boW2z9>
- Cely, J. N., Becerra, D. y Cárdenas, J. A. (2023). *Causas y consecuencias de contaminación de aguas superficiales*. Ediciones Nueva Jurídica, Bogotá. <https://goo.su/Em1v4>
- Chaparro Alva, S. L. (2021). Evaluación de técnicas para la reducción de la concentración de sólidos sedimentables en los vertimientos producidos en la minería de carbón en el municipio de Guachetá, Cundinamarca. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, 21(01), 5-17. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8280677>
- Chulluncuy Camacho, N. C. (2011). Tratamiento de agua para consumo humano, *Ingeniería Industrial*, 29, 153-170. https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/232/208
- Delgado, D. F., Guevara, L. A, Higido, A. C y Torres, F. G. (2017). *Planeamiento Estratégico para el Banano Orgánico en el Perú 2016-2026*. [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Digital de Tesis y Trabajos de Investigación PUCP. <https://tesis.pucp.edu.pe/items/4b5e2ec4-ae00-41b1-8cd7-3331c5fe3585>
- Duran Castro, D. E. (2021). *Efecto de penca de tuna (Opuntia ficus indica) con semilla de moringa (Moringa oleifera) como coagulante natural para disminuir la turbidez del agua en el reservorio de la JASS del centro poblado de Vichaycoto, Huánuco - 2021*. [Tesis de pregrado,

Universidad De Huánuco]. Repositorio institucional Universidad De Huánuco. <https://surl.li/icqyum>

Espinoza Chahua, Y. (2025). *Comparación de la eficiencia de la semilla de tara (Caesalpinia spinosa) y del sulfato de aluminio como coagulante, en el tratamiento del agua para consumo humano del centro poblado San Sebastián de Quera, Huánuco 2024*. [Tesis de pregrado, Universidad De Huánuco]. Repositorio institucional Universidad De Huánuco. <https://repositorio.udh.edu.pe/handle/20.500.14257/5910>

Fernández Cirelli, A. (2012). El agua: un recurso esencial. *Química Viva*, 11 (3), 147-170. <https://www.redalyc.org/pdf/863/86325090002.pdf>

Fundación Aque. (1 de abril del 2022). *¿Cómo se distribuye el agua dulce y salada?* <https://www.fundacionaquae.org/wiki/agua-dulce-salada/>

Gao, B., Hahn, H. H. y Hoffmann, E. (2002). Evaluación de un compuesto polimérico de silicato de aluminio como coagulante para el tratamiento de agua. *Investigación del agua*, 36(14), 3573 – 3581. <https://goo.su/W4rBCrg>

Grobbelaar, J. U. (2009). Turbiedad. Academic Press, 699-704. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780123706263000752#preview-section-cited-by>

Grupo Banco Mundial. (6 de julio del 2023). *Perú puede responder a las crecientes amenazas del cambio climático, la contaminación y la creciente demanda de agua*. <https://goo.su/CnSaaem>

Guerra, M. y Polo, D. E. (2021). *Uso del plátano (Musa paradisiaca) como coagulante para el tratamiento de las aguas residuales del río Rímac en Matucana – 2021*. [Tesis de Pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Universidad Cesar Vallejo. <https://goo.su/VpRI5B>

Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc. GRAW-HILL. <https://goo.su/OHIDXz>

Huamán, E. J, Anicama, E. A., Gonzáles, E. L., Félix, H. L. y Chu, W. E. (2021). *Metodología de la investigación científica. Guía práctica para la elección,*

- diseño y desarrollo de la investigación*. Universidad Autónoma de Ica SAC. Fondo Editorial. <https://goo.su/BeZex>
- Intranet red de centros poblados. (2025). *Centro poblado Challhuacocha – Amarilis*.
<https://www.intranett.info/huanuco/huanuco/amarilis/challhuacocha/>
- Martos López, A (2015). *La importancia del agua en nuestro planeta*. [Tesis de maestría, Universidad de Jaén]. <https://goo.su/HBPqI3W>
- Méndez, N., Rodríguez, Y. J. y Rodríguez, D.M. (2022). Análisis del plátano y banano (*Musa paradisiaca* L.) como coagulante para el tratamiento de afluentes. *Información tecnológica*, 33(6), 125 – 134. <https://goo.su/e7UmbM2>
- Ministerio de Salud. (2010). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. [Archivo PDF]. <https://goo.su/Js2UO>
- Ministerio de medio ambiente. (2000). *Libro blanco del agua en España*. Centro de Publicaciones Secretaría general Técnica Ministerio de Medio Ambiente. <https://ceh.cedex.es/web/documentos/LBA/LBA.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas - Hábitat. (22 de marzo del 2021). *Comprender las dimensiones del problema del agua*. <https://onu-habitat.org/index.php/comprender-las-dimensiones-del-problema-del-agua>
- Organización Mundial de la Salud. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Ginebra, Suiza. [Archivo PDF]. <https://goo.su/XbmV8G>
- Ortega Gonzales, L. A. (2020). *Elaboración y aplicación de un coagulante natural a partir de la cáscara de plátano en aguas del río Choqueyapu de la localidad de río abajo*. [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio institucional Universidad Mayor de San Andrés. <https://goo.su/4ft0A>
- Ortiz, M. F. y Villegas de Brigard, M. P. (2020). Evaluación de la cáscara de plátano (*Musa AAB Simmonds*) como coagulante natural para la clarificación y remoción de hierro en agua. *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería*, (120), 77-86.

<https://apiescuelaing.bibliolabtech.com/server/api/core/bitstreams/aec61ddf-566c-45b7-9c86-31e00882d192/content>

Ortíz, V. (2011). *Evaluación y Análisis del Sistema de Dosificación de Policloruro de Aluminio en la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga*. [Archivo PDF].<http://portal.facyt.uc.edu.ve/pasantias/informes/P25434458.pdf>

Palayo, J. y Zarate, J. (2022). *Desarrollo de un coagulante a partir de la cáscara de banana para el tratamiento de aguas residuales*. [Tesis de Pregrado, Fundación Universidad de América]. Repositorio Fundación Universidad de América. <https://goo.su/XpZvjYt>

Parra Laca, R. (2023). *Determinación de Alcalinidad Total*. [Práctica No. 6, Universidad Simón Bolívar]. Universidad Simón Bolívar (México). <https://surl.lu/ewxvyi>

Patel, H. y Vashi, R. T. (2015). Capítulo 6 - Uso de coagulantes preparados naturalmente para el tratamiento de aguas residuales de las plantas de teñido. El Sevier, 147-158. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B978012802326600006X>

Ramírez, H., Jaramillo, J. (2015). Agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 11(2), 136-153. <https://goo.su/OBoDy>

Real Academia Española. (s.f). (2025). Quebrada. En Diccionario de la lengua española. Recuperado en 29 de abril de 2025, de <https://dle.rae.es/quebrada>

Restrepo Osorno, H. A. (2009). *Evaluación del proceso de coagulación – floculación de una planta de tratamiento de agua potable*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional Universidad Nacional de Colombia. <https://surl.li/jftqiu>

Robles Davila, K. (2007). *Harina y productos de plátano*. [Archivo PDF]. <https://goo.su/NGII>

- Romero, M. (2008). *Tratamientos utilizados en potabilización de agua*. Boletín electrónico. [Archivo PDF]. https://fgsalazar.net/LANDIVAR/ING-PRIMERO/boletin08/URL_08_ING02.pdf
- Salamanca, E. (2016). Tratamiento de aguas para el consumo humano. *Módulo Arquitectura CUC*, 17 (01), 29-48. <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/1527/3555>
- Sánchez del Castillo, M. (2016). Elimina la turbiedad del agua. En Díaz, F. Fragmentación de impactos mega urbanos y umbrales hídricos. *La Revista de Saneamiento Ambiental en México, Edición mensual N° 12 de enero (20)*, 01 – 48. <https://goo.su/ni0C>
- Sánchez Roca, C. (2018). *Tratamiento de aguas*. Educàlia Editorial. <https://www.e-ducalia.com/archivo/muestra-trat-aguas-pdf.pdf>
- Sierra Ramírez, C.A. (2011). *CALIDAD DEL AGUA– Evaluación y diagnóstico*. Ediciones de la U. <https://goo.su/saas>
- Sierra, A., Navarro, A., Mercado, I., Flórez, A. y Jurado, M. (2019). Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando médula de banano como coagulante. *Revista UIS Ingenierías*, 18(4), 131 -138. <https://goo.su/RUXDc2L>
- Supo, J.A. y Zacarias, H.R. (2020). Metodología de la investigación científica. (tercera Ed.). Bioestadístico EEDU EIRL.
- Técnico Agrícola. (01 de octubre del 2013). *Análisis de savia*. <https://www.tecnicoagricola.es/analisis-de-savia/>
- Triveño Sierra, D. (2016). *Influencia del agua del río mariño en la calidad del Agua del río pachachaca, Abancay 2016*. [Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los Andes]. Repositorio digital institucional Universidad Tecnológica de los Andes. <https://goo.su/tvzsPqS>
- Vargas, L. F., Martínez, P. N. y Guarnizo, A. (2013). Algunas características fisicoquímicas del jugo del pseudotallo de plátano Dominic Hartón. *Revista de ciencias de la Universidad del valle*, 17(01), 47-57.

https://revistaciencias.univalle.edu.co/index.php/revista_de_ciencias/article/view/498/620

Villanueva Valderrama, J. F. (2024). *Efectividad de la coagulación del almidón de papa para reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas en Huánuco, 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad De Huánuco]. Repositorio institucional Universidad De Huánuco. <https://goo.su/4B5bZy>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Miraval Vigilio, F. (2026). *Comparación de dos coagulantes: resina del fruto y cáscara del plátano (Musa paradisiaca) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Comparación de dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha.

Problema General	Objetivo General	Hipótesis	Variable e Indicador	Metodología
¿Cuál de los dos coagulantes; resina del fruto o cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) es más eficiente en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha?	Comparar cuál de los dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) es más eficiente como coagulante en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.	Hi: La resina del fruto es más eficiente que la cáscara del plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) como coagulante en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha. Ho: La resina del fruto no es más eficiente que la cáscara del plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) como coagulante en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.	Coagulantes naturales: Resina del fruto y la cáscara del plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) Dosis (ppm, mg/L) Reducción de la turbidez Parámetros Físico: Turbidez Parámetros Químico: pH Alcalinidad	Tipo de investigación: Es con intervención, prospectiva. longitudinal y analítica Enfoque: Cuantitativo Alcance: Explicativo Diseño: Experimental Población: Agua la quebrada Challhuacocha Muestra: 130 litros de agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha 1 litro para la unidad de análisis (2 pre test y 80 post test)
Problema Específicos ¿Cuáles son características fisicoquímicas básicas de la quebrada Challhuacocha (turbidez, pH y alcalinidad) del centro poblado de Challhuacocha? ¿Cuál es la dosis óptima de la resina del fruto para la coagulación de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha, obtenido por ensayo de jarras? ¿Cuál es la dosis óptima de la cáscara de plátano (<i>Musa paradisiaca</i>) para la coagulación de la quebrada Challhuacocha del	Objetivos Específicos Describir las características fisicoquímicas básicas de la quebrada Challhuacocha (turbidez, pH y alcalinidad) del centro poblado de Challhuacocha Determinar la dosis óptima de la resina del fruto para la coagulación de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha, obtenido por ensayo de jarras.	Hipótesis Específicos Hi: Al realizar 5 pruebas experimentales mediante el ensayo de la prueba de jarras con diferentes dosis ppm del coagulante reducirá la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha. Ho: Al realizar 5 pruebas experimentales mediante el ensayo de la prueba de jarras con diferentes dosis ppm del coagulante no reducirá la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.		

centro poblado de Challhuacocha, obtenido por ensayo de jarras?

¿Cuál es el análisis proximal de carbohidrato de la resina del fruto y de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) que explique sus propiedades coagulantes?

Determinar la dosis óptima de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) para la coagulación de la quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha, obtenido por ensayo de jarras.

Describir el análisis proximal de carbohidrato de la resina del fruto y de la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) que explique sus propiedades coagulantes.

Hi: Mediante el análisis proximal, la resina del fruto y la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) tienen propiedades coagulantes.

Ho: Mediante el análisis proximal, la resina del fruto y la cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) no tienen propiedades coagulantes.

ANEXO 2

MAPA DE UBICACIÓN

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO



COORDENADAS DE UBICACIÓN UTM WGS-84, 18 L			
DESCRIPCIÓN	ESTE	SUR	ALTITUD
C.P. La Esperanza	-76.21965864	-9.89590459	1938 m.s.n.m.
Centro Poblado de Chalhucoccha	-76.2072°	-9.889342°	1880 m.s.n.m.
Universidad De Huánuco	-76.219848°	-9.890098°	1947 m.s.n.m.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROYECTO: Comparación de dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara del plátano (*Musa paradisiaca*) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Chalhucoccha del centro poblado de Chalhucoccha.

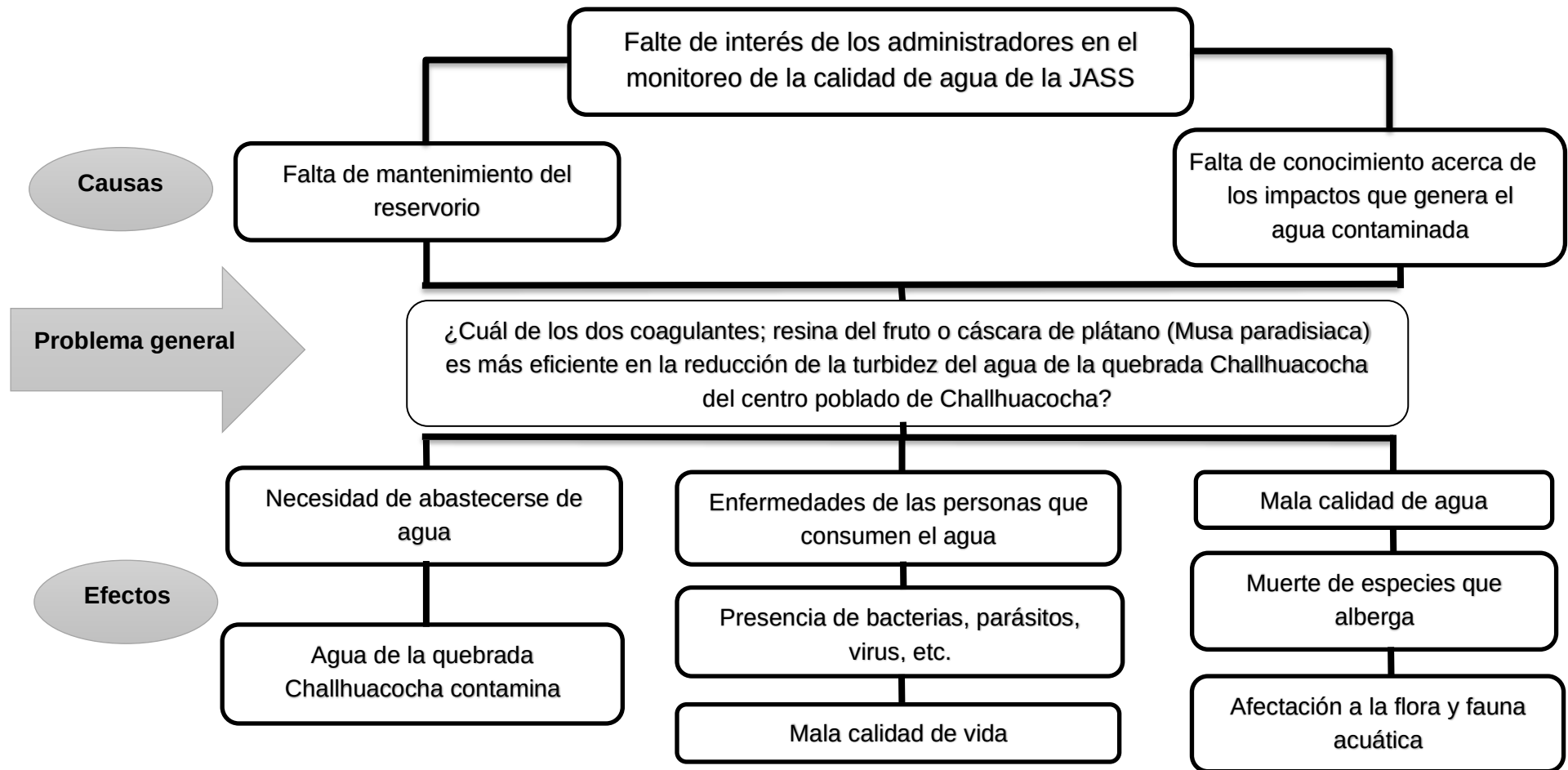
MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA

TESISTA: Miraval Vigilio, Fiorela Flavia

PAÍS: Perú	REGIÓN: Huánuco	LÁMINA:
FUENTE: PDU- Huánuco, Infranet, IGN, Google maps.	ESCALA: 1/1500	01

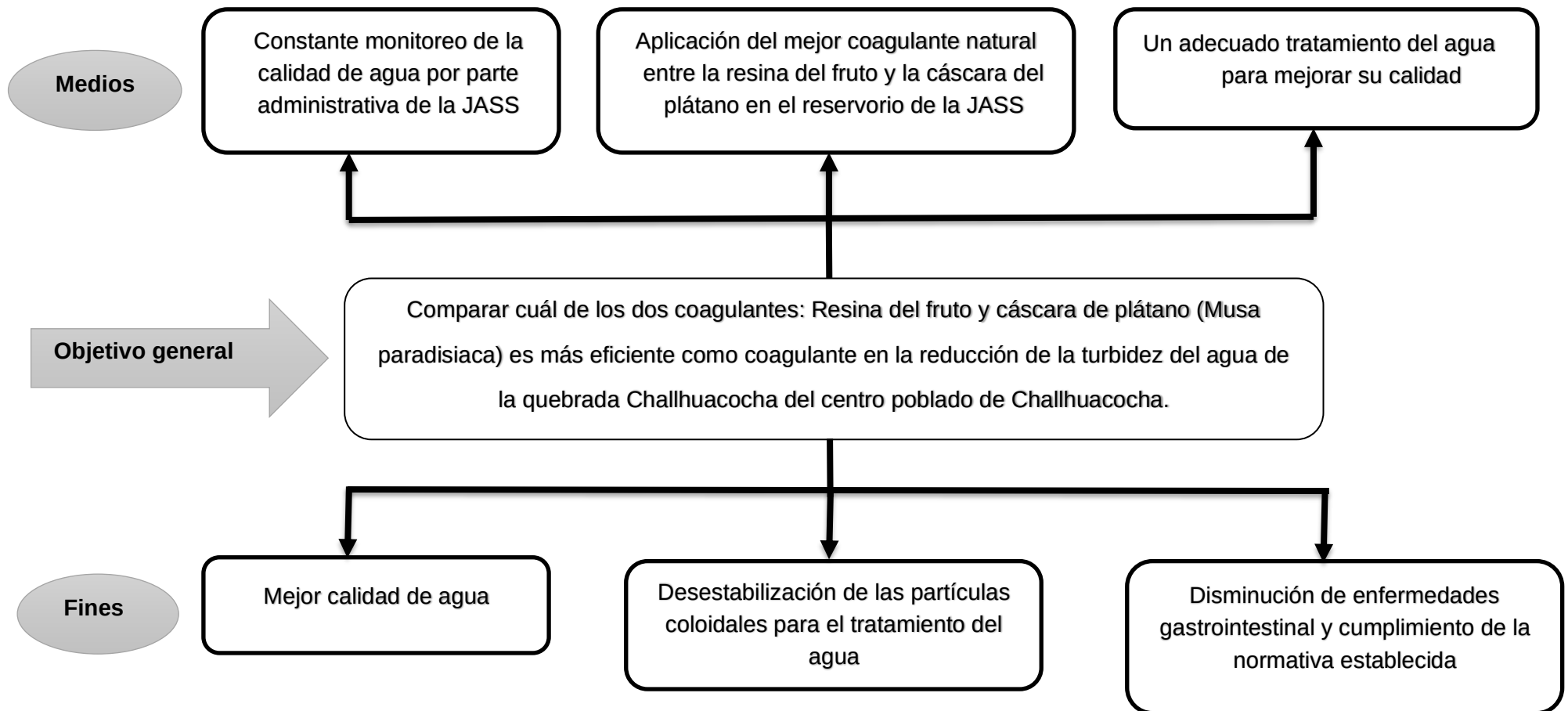
ANEXO 3

DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTOS



ANEXO 4

DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 5

FICHA DE ANÁLISIS DE CAMPO DE LA PRUEBA N°1

Nombre del proyecto:	"Comparación de dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara del plátano Cusca Para- (desaca) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha".						
Tesista:	Bach: Fflorella Flavia Mpraval Veggie						
Lugar de Ejecución:	Universidad de Huánuco	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amarilis
Lugar de procedencia de la muestra:	Quebrada Challhuacocha del centro Poblado de Challhuacocha	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amarilis
Fecha:	20 de Noviembre del 2025			Hora:	8:00 am - 12:30 p.m.		
Coagulante natural	Cáscara de Plátano						
Número de jarra	Volumen de muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	200 ppm	108	29.5
2	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	220 ppm	108	21.1
3	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	240 ppm	108	23
4	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	260 ppm	108	20.7
5	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	280 ppm	108	23.3
6	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	300 ppm	108	21.6
Coagulante natural	Resina del Fruto						
Número de jarra	Volumen de la muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	300 ppm	108	21.8
2	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	400 ppm	108	24.9
3	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	500 ppm	108	21.9
4	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	600 ppm	108	23.6
5	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	700 ppm	108	19.9
6	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	800 ppm	108	24.1
OBSERVACIONES			- Todos los equipos como el peachímetro y el turbidímetro fueron calibrados antes de las pruebas experimentales.				

ANEXO 6

FICHA DE ANÁLISIS DE CAMPO DE LA PRUEBA N° 2

Nombre del proyecto:		"Comparación de dos coagulantes: Resena del fruto y cáscara del plátano (Musa paradisiaca) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Chalhucococha".					
Tesisista:		Bach. F. F. F. Flavia Heraldo Véliz					
Lugar de Ejecución:		Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amarilis
Lugar de procedencia de la muestra:		Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amarilis
Fecha:		24 de noviembre del 2025		Hora:		8:30 a.m. - 12:30 p.m.	
Coagulante natural		Cáscara de plátano					
Número de jarra	Volumen de muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	120 ppm	85	17.3
2	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	140 ppm	85	16.5
3	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	0 ppm	85	78.9
4	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	160 ppm	85	16.7
5	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	180 ppm	85	16.5
6	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	200 ppm	85	16.6
Coagulante natural		Cáscara de plátano					
Número de jarra	Volumen de la muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	120 ppm	88	22.9
2	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	140 ppm	88	21
3	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	0 ppm	88	80.3
4	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	160 ppm	88	21.7
5	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	180 ppm	88	24.9
6	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	200 ppm	88	17.4
OBSERVACIONES				- En la segunda prueba se aplicó un grupo de control, para verificar su capacidad como coagulante.			

ANEXO 7

FICHA DE ANÁLISIS DE CAMPO DE LA PRUEBA N° 3

Nombre del proyecto:		"Comparación de dos coagulantes : Resina del fruto y cáscara del plátano (Cusa Parí de Sora) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha".					
Tesisista:		Bach : Fflorek Flaura Hernan Uegale					
Lugar de Ejecución:	Universidad de Huánuco	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amariles
Lugar de procedencia de la muestra:	Quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha.	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amariles
Fecha:	25 de Noviembre del 2025			Hora:	8:30 am. - 12:30 p.m		
Coagulante natural		Cáscara de plátano					
Número de jarra	Volumen de muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	20 ppm	125	28.3
2	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	40 ppm	125	23
3	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	60 ppm	125	28.3
4	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	80 ppm	125	27.2
5	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	100 ppm	125	24.1
6	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	120 ppm	125	29.9
Coagulante natural		Resina del Fruto					
Número de jarra	Volumen de la muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	20 ppm	88.5	16.2
2	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	40 ppm	88.5	15.3
3	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	60 ppm	88.5	14.3
4	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	80 ppm	88.5	15.9
5	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	100 ppm	88.5	12.3
6	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	120 ppm	88.5	13.7
OBSERVACIONES							

ANEXO 8

FICHA DE ANÁLISIS DE CAMPO DE LA PRUEBA N° 4

Nombre del proyecto:	"Comparación de dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara del plátano (Musa paradisiaca) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Chalhhuacocha".						
Tesista:	Bach: F. Porela Flavia H. Peralta V. Aguirre						
Lugar de Ejecución:	Universidad de Huánuco	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amarillos
Lugar de procedencia de la muestra:	Quebrada Chalhhuacocha del centro poblado de Chalhhuacocha	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amarillos
Fecha:	26 de Noviembre del 2025			Hora:	8:00 am - 12:00 pm		
Coagulante natural	Cáscara de Plátano						
Número de jarra	Volumen de muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	300 ppm	123	24.2
2	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	320 ppm	123	21.1
3	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	340 ppm	123	20.1
4	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	360 ppm	123	22.4
5	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	380 ppm	123	20.5
6	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	400 ppm	123	20
Coagulante natural	Resina del Fruto						
Número de jarra	Volumen de la muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	300 ppm	142	17.8
2	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	320 ppm	142	17.5
3	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	340 ppm	142	17.7
4	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	360 ppm	142	18.5
5	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	380 ppm	142	19.4
6	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	400 ppm	142	18.9
OBSERVACIONES							

ANEXO 9

FICHA DE ANÁLISIS DE CAMPO DE LA PRUEBA N° 5

Nombre del proyecto:	"Comparación de dos coagulantes en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Challhuacocha"						
Tesista:	Bach. J. P. Pareda Flavia H. M. Ugelio						
Lugar de Ejecución:	Universidad de Huánuco	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amaes
Lugar de procedencia de la muestra:	Quebrada Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amaes
Fecha:	27 de Noviembre del 2025			Hora:	8:30 am - 12:00 pm.		
Coagulante natural	Cáscara de Plátano						
Número de jarra	Volumen de muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	40 ppm	30.4	20
2	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	140 ppm	30.4	22
3	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	180 ppm	30.4	19.8
4	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	260 ppm	30.4	23
5	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	280 ppm	30.4	24
6	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	400 ppm	30.4	26.2
Coagulante natural	Resina del Gruto						
Número de jarra	Volumen de la muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	100 ppm	30.8	17.6
2	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	120 ppm	30.8	17.2
3	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	220 ppm	30.8	17.5
4	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	320 ppm	30.8	19.1
5	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	600 ppm	30.8	18.5
6	1 L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	700 ppm	30.8	18.6
OBSERVACIONES				- En esta prueba se utilizó las mejores dosis de las anteriores pruebas en la reducción de la turbidez.			

ANEXO 10

FICHA DE ANÁLISIS DE CAMPO DE LA PRUEBA DE COMPARACIÓN ENTRE LOS COAGULANTES

Nombre del proyecto:		"Comparación de dos coagulantes: Resina del fruto y cáscara del plátano (Musa paradisiaca) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada challhuacocha".					
Tesista:		Bach: Florencia Flavia Meraul Ugarte					
Lugar de Ejecución:	Universidad de Huánuco	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amariles
Lugar de procedencia de la muestra:	Quebrada de Challhuacocha del centro poblado de Challhuacocha	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amariles
Fecha:	10 de Diciembre del 2025			Hora:	8:00 am. - 12:30 pm.		
Coagulante natural		Cáscara de Plátano					
Número de jarra	Volumen de muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	130 ppm	55	18.6
2	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	130 ppm	55	18.9
3	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	130 ppm	55	18.5
4	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	130 ppm	55	19.2
5	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	130 ppm	55	18.9
6	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	130 ppm	55	19.7
Coagulante natural		Resina del fruto					
Número de jarra	Volumen de la muestra	Tiempo de mezcla rápida por un minuto	Tiempo de mezcla lenta por 10 minutos	Tiempo de sedimentación	Dosis	Parámetro analizado	
						Turbidez Inicial	Turbidez Residual
1	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	90 ppm	55	15.8
2	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	90 ppm	55	15.7
3	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	90 ppm	55	15.5
4	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	90 ppm	55	16.2
5	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	90 ppm	55	15.9
6	1L	120 RPM	30 RPM	10 minutos	90 ppm	55	16.4
OBSERVACIONES			- En esta prueba se utilizó las mismas dosis para cada coagulante natural, con el fin de compararlos.				

ANEXO 11

FICHA DE ANÁLISIS DE CAMPO DEL COMPORTAMIENTO DEL FLOC DE LAS CINCO PRUEBAS

Nombre del proyecto:		"Comparación de los coagulantes: Resina del Suto y cáscara de plátano (Cueva Paraitosaca) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Chalhucacha".					
Tesisista:		Bach: Florencia Flavia Morales Ugarte					
Lugar de Ejecución:	Universidad de Huánuco	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amarillo
Lugar de procedencia de la muestra:	Quebrada Chalhucacha del centro urbano de Chalhucacha.	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amarillo
Fecha:				Hora:			
Coagulante natural		Cáscara de plátano					
Número de jarra	Volumen de muestra	pH	Alcalinidad	Dosis del coagulante	Tiempo de visualización del floc	Índice de Wilcomb (I)	Turbidez Residual
1	1L	7.458	83.25	260 ppm	3 minutos	6	20.7
2	1L	7.458	83.25	140 ppm	3 minutos	4	16.5
3	1L	7.458	83.25	40 ppm	2 minutos	4	2.3
4	1L	7.458	83.25	400 ppm	4 minutos	4	2.0
5	1L	7.458	83.25	180 ppm	2 minutos	6	19.8
Coagulante natural		Resina del Suto					
Número de jarra	Volumen de la muestra	pH	Alcalinidad	Dosis del coagulante	Tiempo de visualización del floc	Índice de Wilcomb (I)	Turbidez Residual
1	1L	7.458	83.25	700 ppm	5 minutos	2	19.9
2	1L	7.458	83.25	200 ppm	3 minutos	8	17.4
3	1L	7.458	83.25	100 ppm	5 minutos	4	12.3
4	1L	7.458	83.25	320 ppm	4 minutos	8	17.5
5	1L	7.458	83.25	120 ppm	4 minutos	4	17.2
OBSERVACIONES				- Se está presentando el comportamiento del floc de las mejores dosis obtenidas de las cinco pruebas de cada coagulante natural.			

ANEXO 12

FICHA DE ANÁLISIS DE CAMPO DEL COMPORTAMIENTO DEL FLOC EN LA PRUEBA COMPARATIVA ENTRE LOS COAGULANTES

Nombre del proyecto:	"Comparación de dos coagulantes: Resina del Gruto y cáscara de plátano (Cursa Paradespaca) en la reducción de la turbidez del agua de la quebrada Chalhueracocha".						
Tesista:	Dach y Florencia Flavia Heriberto Velepato						
Lugar de Ejecución:	Universidad de Huánuco	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amarilis
Lugar de procedencia de la muestra:	Quebrada Chalhueracocha del centro poblado de Chalhueracocha	Departamento:	Huánuco	Provincia:	Huánuco	Distrito:	Amarilis
Fecha:				Hora:			
Coagulante natural	Cáscara de Plátano						
Número de jarra	Volumen de muestra	pH	Alcalinidad	Dosis del coagulante	Tiempo de visualización del floc	Índice de Wilcomb (I)	Turbidez Residual
1	1L	8.020	93.15	130 ppm	3 minutos	4	18.8
Coagulante natural	Resina del Gruto						
Número de jarra	Volumen de la muestra	pH	Alcalinidad	Dosis del coagulante	Tiempo de visualización del floc	Índice de Wilcomb (I)	Turbidez Residual
1	1L	8.020	93.15	90 ppm	4 minutos	8	15.7
OBSERVACIONES			- Comportamiento del floc en la comparación de los dos coagulantes naturales.				

ANEXO 13

RESULTADOS DEL LABORATORIO DEL ANÁLISIS PROXIMAL CÁSCARA DE PLÁTANO



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

Nº 000292 - 2026

SOLICITANTE : MIRAVAL VIGILIO FIORELA FLAVIA
DIRECCIÓN LEGAL : Huánuco - Amarilis
RUC: 10722458571 Teléfono: 918 713 626
PRODUCTO : CÁSCARA DE PLATANO
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 522,5 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : A Granel, la muestra ingresa en bolsa de polietileno sellado
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S NºEN-000205 -2026
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 04/02/2026
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Humedad (g / 100 g de muestra original)	10,1
2.- Cenizas Totales (g / 100 g de muestra original)	8,5
3.- Fibra Cruda(g / 100 g de muestra original)	10,1
4.- Proteína(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6.25)	6,8
5.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	70,7
6.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	345,1
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	81,9
8.- % Kcal. proveniente de Grasa	10,2
9.- % Kcal. proveniente de Proteínas	7,9
10.- Grasa Cruda(g / 100 g de muestra original)	3,9

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- NTP 205.037:2022
- 2.- AOAC 930.05 Cap. 3, Pág. 1, 21st Edition 2019
- 3.- NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011)
- 4.- AOAC 984.13 Cap. 4, Pág. 24-25, 21st Edition 2019
- 5.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 6.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 10.- AOAC 930.09 Cap. 3, Pág. 24, 21st Edition 2021

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS Nº 000292 - 2026

Pág 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Cel.: 998376789 - 998373909 - 926694322
E-mail: lmctl.ventas.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal
 la molina calidad total

ANEXO 14

RESULTADOS DEL LABORATORIO DEL ANÁLISIS PROXIMAL RESINA DEL FRUTO



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

Nº 000293 - 2026

SOLICITANTE : MIRAVAL VIGILIO FIORELA FLAVIA
DIRECCIÓN LEGAL : Huánuco - Amarilis
RUC: 10722458571 Teléfono: 918 713 626
PRODUCTO : RESINA DE PLATANO
NÚMERO DE MUESTRAS : Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA. : S.I.
CANTIDAD RECIBIDA : 73 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S) : S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN : A Granel, la muestra ingresa en botella de polipropileno cerrado
SOLICITUD DE SERVICIO : S/S NºEN-000206 -2026
REFERENCIA : ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN : 04/02/2026
ENSAYOS SOLICITADOS : FÍSICO/QUÍMICO
PERÍODO DE CUSTODIA : No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :

ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Humedad (g / 100 g de muestra original)	91,5
2.- Cenizas Totales (g / 100 g de muestra original)	1,2
3.- Fibra Cruda(g / 100 g de muestra original)	0,1
4.- Proteína(g / 100 g de muestra original) (Factor: 6,25)	0,4
5.- Carbohidratos(g / 100 g de muestra original)	6,8
6.- Energía Total(Kcal / 100 g de muestra original)	29,7
7.- % Kcal. proveniente de Carbohidratos	91,6
8.- % Kcal. proveniente de Grasa	3,0
9.- % Kcal. proveniente de Proteínas	5,4
10.- Grasa Cruda(g / 100 g de muestra original)	0,1

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :

- 1.- NTP 205.037:2022
- 2.- AOAC 930.05 Cap. 3, Pág. 1, 21st Edition 2019
- 3.- NTP 205.003:1980 (Revisada el 2011)
- 4.- AOAC 984.13 Cap. 4, Pág. 24-25, 21st Edition 2019
- 5.- Por Diferencia MS-INN Collazos 1993
- 6.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 7.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 8.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 9.- Por Cálculo MS-INN Collazos 1993
- 10.- AOAC 930.09 Cap. 3, Pág. 24, 21st Edition 2021

CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS Nº 000293 - 2026

Pág 1/2

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Cel.: 998376789 - 998373909 - 926694322

E-mail: lmctf.ventas.servicios@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal

 la molina calidad total

ANEXO 15

PANEL FOTOGRÁFICO

Fotografía 1

Lavado y cortado de la cáscara de plátano verde para la obtención del coagulante natural cáscara de plátano en polvo.



Nota: Se lavó la cáscara verde del plátano antes de extraer su cáscara y después de extraer la cáscara del fruto, luego se cortó en trozos pequeños.

Fotografía 2

Secado y molido de la cáscara de plátano verde para la obtención del coagulante natural cáscara de plátano en polvo.



Nota: Se secó la cáscara verde del plátano, seguidamente se utilizó una máquina manual de moler para obtener el coagulante en polvo.

Fotografía 3

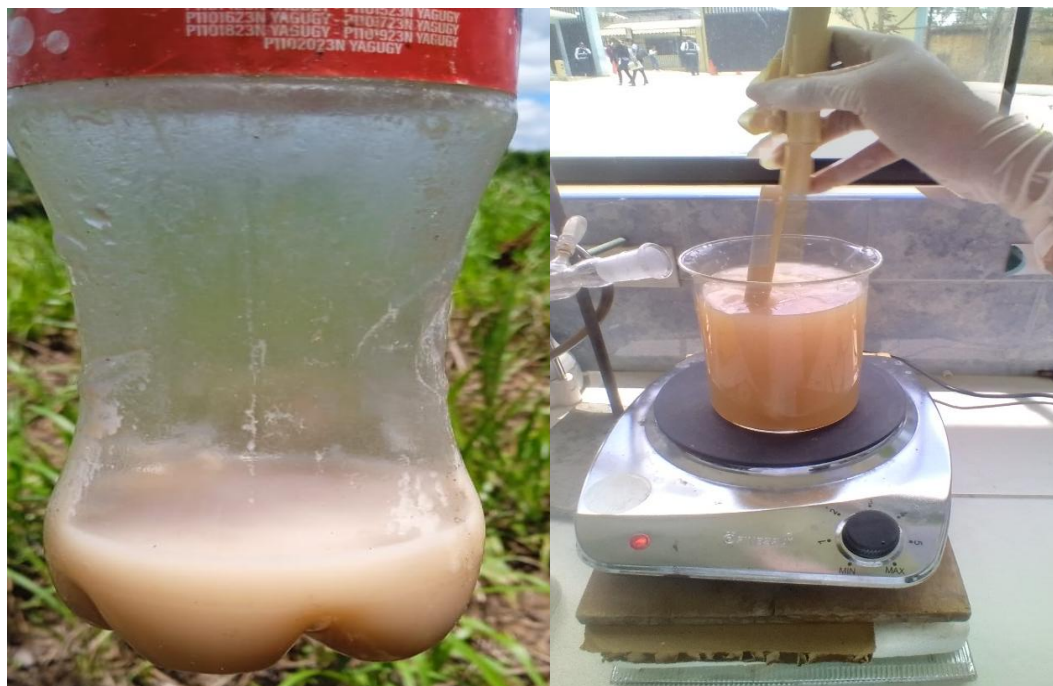
Obtención del coagulante natural cáscara de plátano en polvo.



Nota: Se tamizó la cáscara verde del plátano molido para que estén del mismo tamaño y finalmente se diluyó 10 g del polvo de cáscara de plátano en 1 L de agua destilada para luego ser calentada en la estufa para lograr su homogeneización.

Fotografía 4

Obtención del coagulante natural cáscara resina del fruto.



Nota: Se extrajo la resina del fruto (plátano verde) gota por gota, luego se diluyó 100 ml en 1 L de agua destilada y finalmente se calentó en la estufa para lograr su homogeneización.

Fotografía 5

Extracción del coagulante químico sulfato de aluminio para la preparación de las soluciones para la prueba patrón.



Fotografía 6

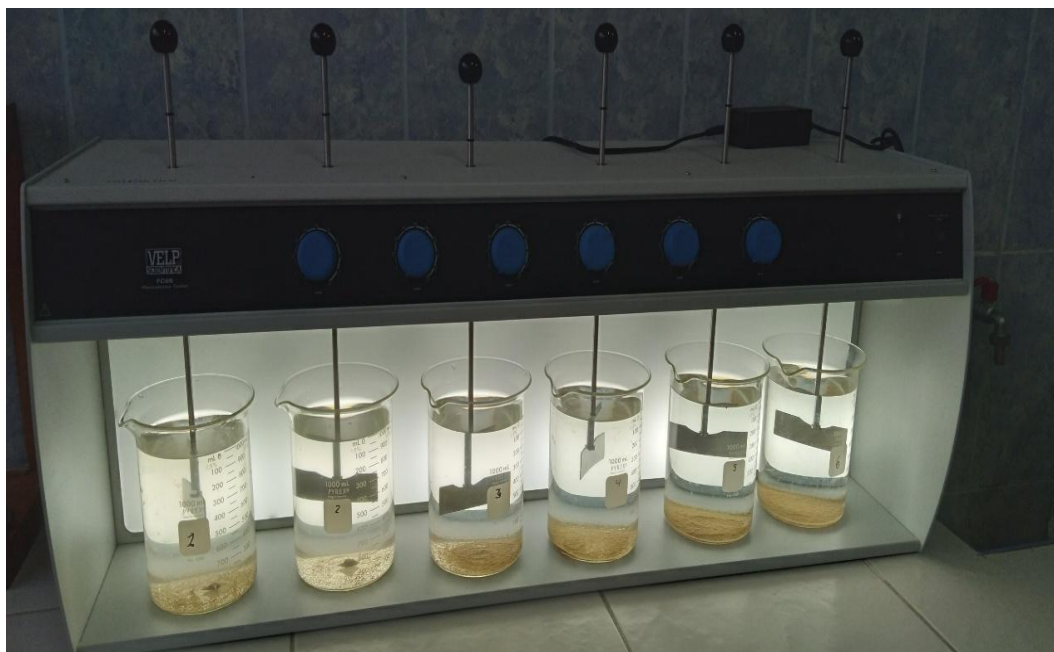
Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante químico sulfato de aluminio.



Nota: Antes de verter el coagulante químico se encendió el floculador con una mezcla rápida de 120 rpm por 60 segundos posterior a ello se aplicó el coagulante. En cada jarra se vertió las dosis de 10, 20, 30, 40, 50 y 60 ppm del coagulante químico sulfato de aluminio.

Fotografía 7

Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 1.



Nota: Las seis jarras del floculador se encuentran en el proceso de sedimentación por 10 minutos. En cada jarra se vertió las dosis de 200, 220, 240, 260, 280 y 300 ppm del coagulante natural cáscara de plátano.

Fotografía 8

Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 1.



Nota: Antes de verter el coagulante natural resina del fruto se extrajo las dosis de 300, 400, 500, 600, 700 y 800 ppm de la solución madre para dar comienzo a los siguientes procesos en el floculador.

Fotografía 9

Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 2.



Nota: Se aplicó un grupo de control, en la tercera jarra no se vertió ninguna dosis de coagulante natural cáscara de plátano. En cada jarra del floculador se vertió las dosis de 120, 140, 0, 160, 180 y 200 ppm del coagulante natural cáscara de plátano.

Fotografía 10

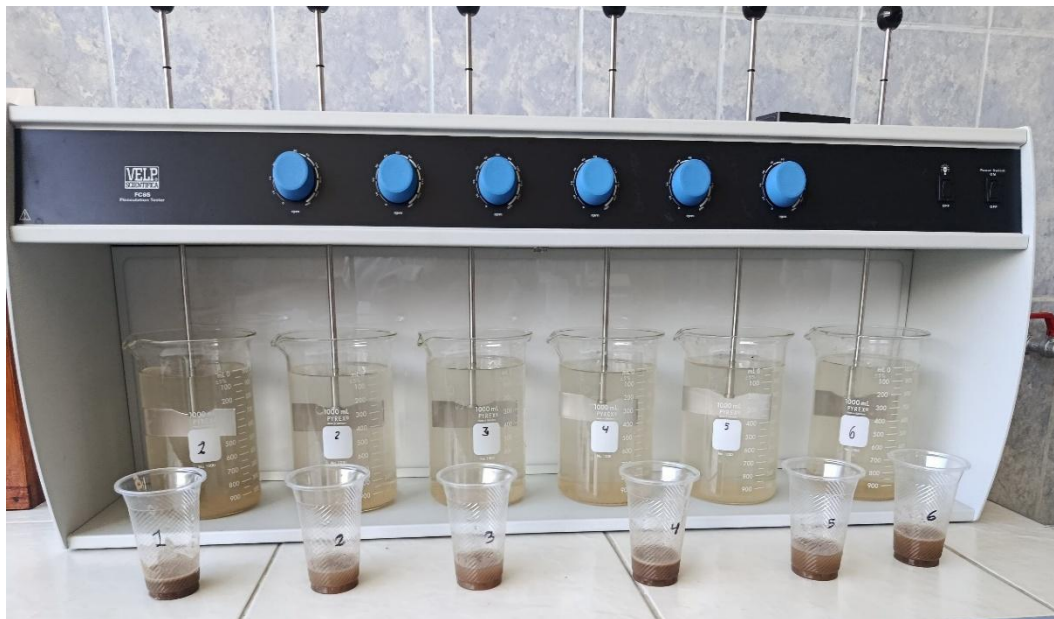
Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 2.



Nota: Se aplicó un grupo de control, en la tercera jarra no se vertió ninguna dosis de coagulante natural resina del fruto. En cada jarra del floculador se vertió las dosis de 120, 140, 0, 160, 180 y 200 ppm del coagulante natural resina del fruto.

Fotografía 11

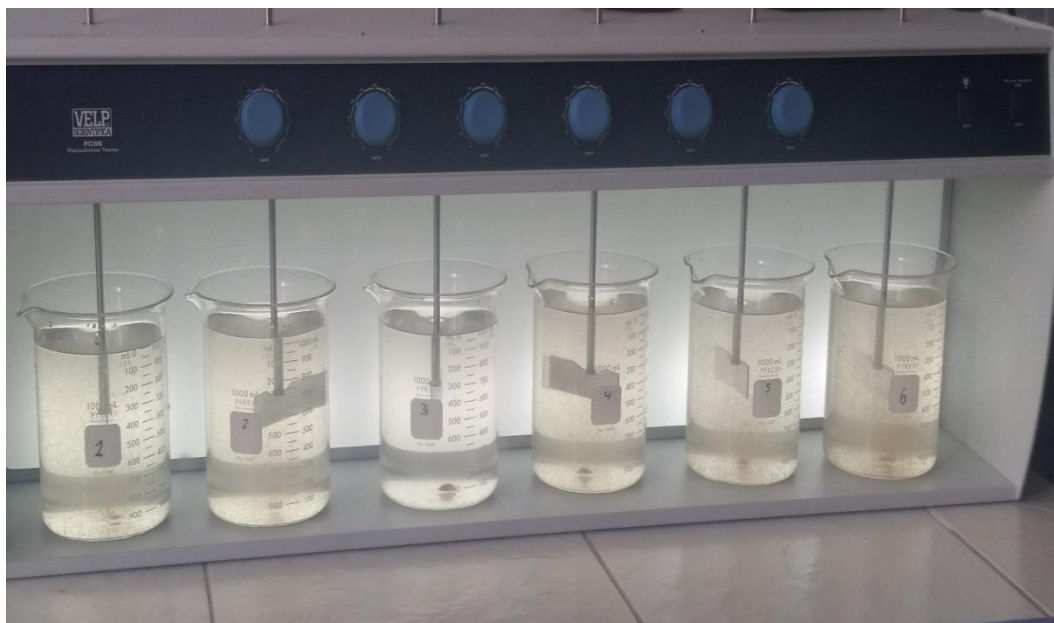
Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 3.



Nota: Antes de verter el coagulante natural cáscara de plátano se extrajo las dosis de 20, 40, 60, 80, 100 y 120 ppm de la solución madre para dar comienzo a los siguientes procesos en el floculador.

Fotografía 12

Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 3.



Nota: Las seis jarras del floculador se encuentran en el proceso de mezcla lenta por 10 minutos. En cada jarra se vertió las dosis de 20, 40, 60, 80, 100 y 120 ppm del coagulante natural resina del fruto.

Fotografía 13

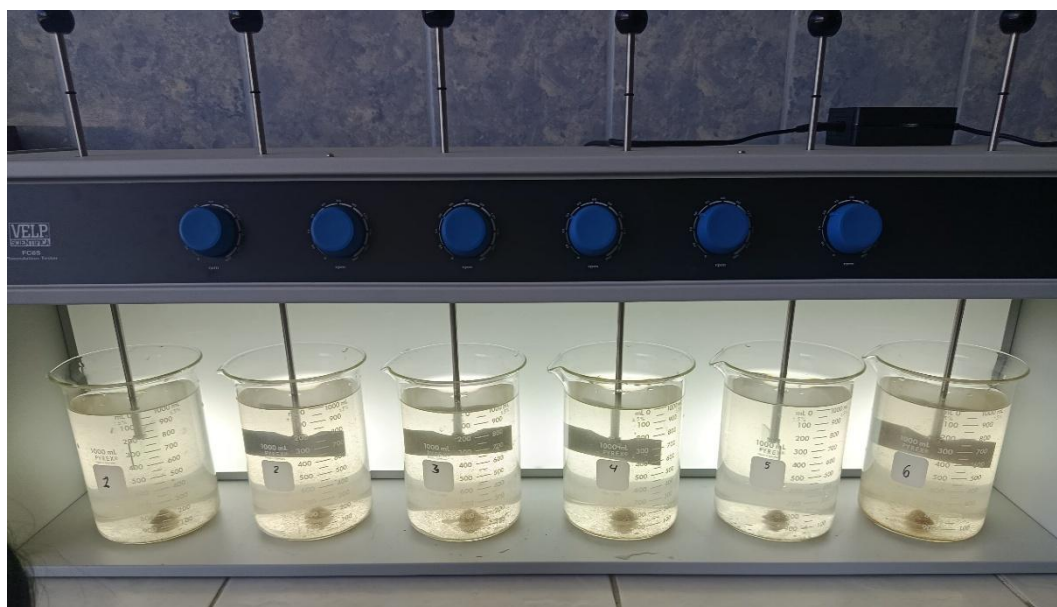
Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 4.



Nota: Las jarras del floculador en la mezcla lenta por 10 minutos. Antes de verter el coagulante natural cáscara de plátano se extrajo las dosis de 300, 320, 340, 360, 380 y 400 ppm de la solución madre para dar comienzo a los siguientes procesos en el floculador.

Fotografía 14

Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 4.



Nota: Las seis jarras del floculador se encuentran en el proceso de sedimentación por 10 minutos. En cada jarra se vertió las dosis de 300, 320, 340, 360, 380 y 400 ppm del coagulante natural resina del fruto.

Fotografía 15

Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 5.



Nota: En las jarras del floculador se vertió las mejores dosis de las anteriores pruebas del coagulante natural cáscara de plátano, siendo las dosis de 40, 140, 180, 260, 280 y 400 ppm.

Fotografía 16

Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 5.



Nota: En las jarras del floculador se vertió las mejores dosis de las anteriores pruebas del coagulante natural resina del fruto, siendo las dosis de 100, 120, 220, 320, 600 y 700 ppm.

Fotografía 17

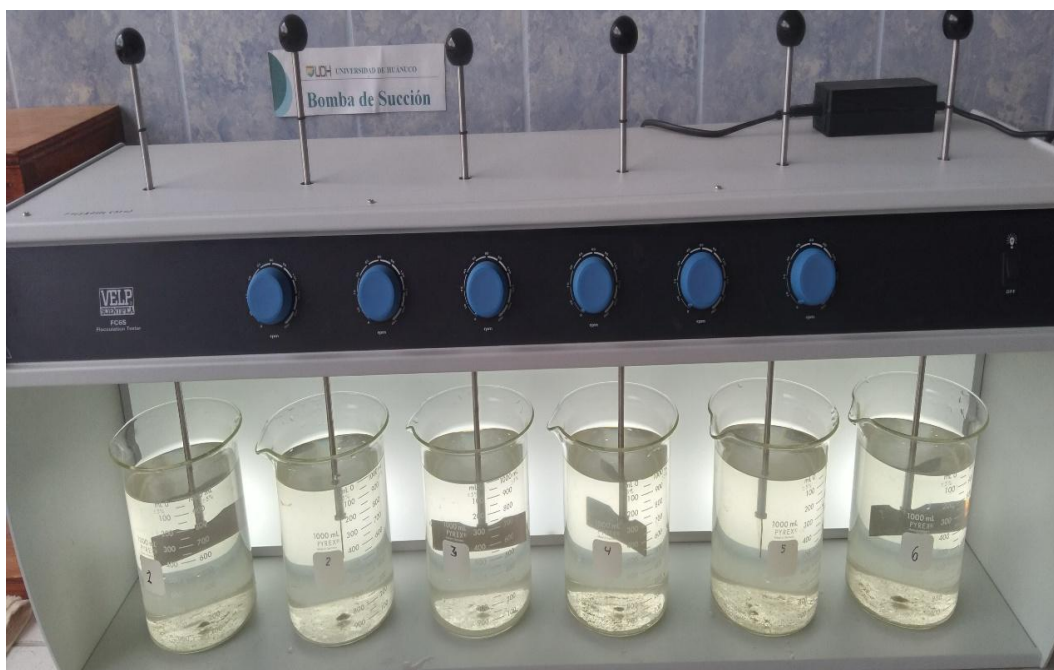
Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural cáscara de plátano para la prueba experimental 6.



Nota: Se realizó una prueba comparativa entre los coagulantes naturales, se vertió la misma dosis en las seis jarras de 130 ppm del coagulante natural cáscara de plátano.

Fotografía 18

Las jarras del floculador fueron llenadas por agua de la muestra y el coagulante natural resina del fruto para la prueba experimental 6.



Nota: Se realizó una prueba comparativa entre los coagulantes naturales, se vertió la misma dosis en las seis jarras de 90 ppm del coagulante natural resina del fruto.

Fotografía 19

Realizando el análisis descriptivo del comportamiento del floc en las seis jarras con el coagulante natural cáscara de plátano.



Fotografía 20

Realizando el análisis descriptivo del comportamiento del floc en las seis jarras con el coagulante natural resina del fruto.



Fotografía 21

Extracción de la muestra de las jarras después de culminar el proceso de coagulación para luego medir la turbidez residual.



Fotografía 22

Visita de supervisión del docente asesor en la ejecución del proyecto.

