



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL



**EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE
PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA
RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA
CIUDAD DE JULIACA, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE: INGENIERO
SANITARIO Y AMBIENTAL**

JULIACA - PERÚ

2024



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

**EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE
PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA
RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA
CIUDAD DE JULIACA, 2024**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ

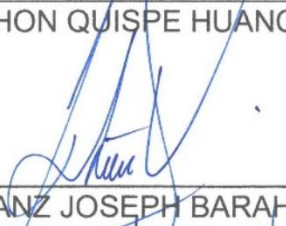
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

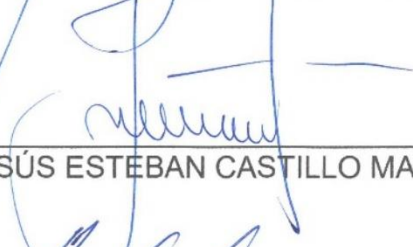
PRESIDENTE

: 
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA

PRIMER MIEMBRO

: 
Mgrt. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

SEGUNDO MIEMBRO

: 
M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ASESOR DE TESIS

: 
Dr. BENJAMÍN CHUQUIMAMANI QUINTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22

**UNIVERSIDAD ANDINA**
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1898-2024-D-UI-FICP-UANCV**

Juliaca, 27 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024- 19267 presentado por el (la) Bachiller: KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024**, la misma que pertenece a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. MILTHON QUESPE HUANCA
- * **1er Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- * **2do Miembro** : M.Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO.

ARTICULO TERCERO.- APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : Martes 31 de diciembre del 2024
- * **HORA** : 10:00 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - Pabellón de Hidráulica

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
DECANO
1898-2024-D-UI-FICP-UANCV



DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (n)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1043-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 17 de setiembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 5874, presentado el señor (a) KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ solicitando APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN el PROVEIDO - N° 386 -2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN formato N° 112-2024 del integrante del comité de investigación EFISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ ha presentado su propuesta de investigación Titulado: EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 112-2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN, presentado por el señor (a): KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024 correspondiente a la línea de investigación SANEAMIENTO AMBIENTAL.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente Dr. BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
DECANO
CIP. 47790~



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Efraín Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA

"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1795-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 16 de diciembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 17396 por el señor (a): **KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el PROVEIDO - N° 1427- 2024-UI-FICP-UANCV/J, y la FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS) formato N° 140 - 2024 del integrante del comité de investigación EPISA de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 140 - 2024 **aprobandolo** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024**, Correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en mérito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024** correspondiente a la línea de investigación **SANEAMIENTO AMBIENTAL**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), Dr. **BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc.
Archivo
interesado (a)



KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ

EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL D...

 TESIS DE PREGRADO

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::13016:543600859

Fecha de entrega

30 dic 2025, 9:35 GMT-5

Fecha de descarga

30 dic 2025, 19:28 GMT-5

Nombre del archivo

T036_75847147_T.docx

Tamaño del archivo

19.9 MB

78 páginas

9236 palabras

48.707 caracteres



21% Similitud general

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

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 16%  Fuentes de Internet
- 5%  Publicaciones
- 17%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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



Metadatos Complementarios



Título de la tesis	
EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	75847147
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0001-0511-4870
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	BENJAMIN CHUQUIMAMANI QUINTO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02406088
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0001-9858-2464
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	MILTHON QUISPE HUANCA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02424528
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821



Datos de investigación	
Línea de investigación	Saneamiento Ambiental – P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca Longitud oeste: -14.915880 Latitud sur: -70.200791  https://maps.app.goo.gl/hRuoZqtpsPAjd8TK7
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Octubre 2024 - Noviembre 2024
URL de disciplinas OCDE https://concytec-pe.github.io/Peru-CRIS/vocabularios/ocde_ford.html - Librería	Ingeniería ambiental https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00 Ingeniería ambiental y geológica https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.01

UNIVERSIDAD ANTONIO NESTOR CARRERA VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS PURAS
DIRECTOR
Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN



DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ, identificado con DNI
Nro. 75847147 en mi condición de egresado de:

- ☒ Escuela Profesional
☐ Programa de Segunda Especialidad,
☐ Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la ☒ Tesis o ☐ Trabajo de Investigación, ☐ Trabajo Académico
denominada:

EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA
LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA
TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024

Asesorado por: DR. BENJAMIN CHURQUIMANI QUINTO

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 03 de DICIEMBRE del 2025

FIRMA DEL ASESOR

FIRMA (obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

A Dios por las bendiciones que me otorga
cada día de mi vida.

A mis padres y mi familia por su apoyo
moral permanente.

A mis maestros por guiarme por el sendero
del bien en todo momento.



AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez por abrirme sus puertas y brindarme la valiosa oportunidad de avanzar en mi desarrollo profesional.

Agradezco especialmente a mis docentes por su constante apoyo y dedicación. Su confianza en mis capacidades y su disposición para brindarme orientación han sido pilares fundamentales para la culminación de esta tesis.



ÍNDICE

ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xiv

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema.....	15
1.2. Formulación del problema	16
1.2.1. Problema General	16
1.2.2. Problemas Especificos	17
1.3. Justificación.....	17
1.3.1. Justificación teórica	17
1.3.2. Justificación práctica	18
1.3.3. Justificación metodológica.....	18
1.4. Objetivos de la investigación	19
1.4.1. Objetivo general	19
1.4.2. Objetivos específicos.....	19
1.5. Hipótesis.....	19
1.5.1. Hipótesis general.....	19



1.5.2. Hipótesis específicas	19
1.6. Operacionalización de variables	20

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Coagulante natural de semilla de papaya	21
2.1.1. Papaya (Carica papaya).....	21
2.1.2. Semilla de papaya.....	21
2.1.3. Coagulación	22
2.1.4. Etapas de coagulación	22
2.1.5. Proceso de coagulación	23
2.1.6. Tipos de coagulación.....	24
2.1.7. Factores que influyen a la floculación.....	26
2.1.8. Tipos de Coagulantes.....	28
2.1.9. Prueba de jarras.....	30
2.2. Remoción de la turbidez de agua residual de industria textil	30
2.2.1. La turbidez.....	30
2.2.2. Agua Residual	31
2.2.3. Tipos de agua residual	31
2.2.4. Tratamiento de aguas residuales	33

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos de investigación	36
-------------------------------------	----



3.2. Ámbito de investigación	36
3.3. Población y muestra	37
3.3.1. Población.....	37
3.3.2. Muestra	38
3.4. Técnicas e instrumentos de recogida de datos	38
3.4.1. Técnica:.....	38
3.4.2. Instrumentos:.....	38
3.5. Preparación del coagulante natural.....	38
3.5.1. Recolección de semillas	38
3.5.2. Preparación del coagulante natural.....	39
3.6. Recolección de la muestra de agua residual industrial	41
3.7. Dosis del coagulante	41
3.8. Prueba de jarras.....	42

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación	44
4.2. Análisis e interpretación de resultados	44
4.2.1. Concentración de la turbidez inicial del agua residual de industria textil	44
4.2.2. Identificación de la dosis optima de la semilla de papaya como coagulante natural en la remoción de la turbidez.....	45
4.2.3. Determinación del porcentaje de remoción que tiene la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de la turbidez.	49



4.3. Discusión de resultados	51
CONCLUSIONES.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57
APÉNDICES	60
Apéndice 1: Matriz de Consistencia	61
Apéndice 2: Otros.....	62



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de variables	20
Tabla 2: Características de la ciudad de Juliaca	37
Tabla 3: Concentración de turbidez inicial de industria textil	45
Tabla 4: Determinación de la dosis óptima del coagulante (Repetición 1)	46
Tabla 5: Determinación de la dosis óptima del coagulante (Repetición 2)	47
Tabla 6: Determinación de la dosis óptima del coagulante (Repetición 3)	48
Tabla 7: Porcentajes de remoción de la turbidez (Repetición 1)	49
Tabla 8: Porcentajes de remoción de la turbidez (Repetición 2)	49
Tabla 9: Porcentajes de remoción de la turbidez (Repetición 3)	50



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Etapas de coagulación	23
Figura 2: Coagulación por adsorción.....	24
Figura 3 Coagulación por barrido	25
Figura 4: Relación del material coloidal y el coagulante.....	27
Figura 5 Ubicación de la ciudad de Juliaca	37
Figura 6: Lavado de semilla de papaya.....	39
Figura 7: Secado de semillas de papaya	39
Figura 8: Secado de la semilla de papaya	40
Figura 9: Trituración de las semillas.....	40
Figura 10: Tamizado de las semillas	41
Figura 11: Tratamiento con diferentes dosis de coagulante	42
Figura 12: Prueba de jarras.....	43
Figura 13 Datos de turbidez inicial	45
Figura 14: Dosis óptima del coagulante para la remoción de la turbidez (R-1)	46
Figura 15: Dosis óptima del coagulante para la remoción de la turbidez (R-2) ...	47
Figura 16: Dosis óptima del coagulante para la remoción de la turbidez (R-3)	48
Figura 17. Medición de la turbidez inicial con el turbidímetro	62
Figura 18. Medición de la turbidez despues del tratamiento	62
Figura 19: Secado de la semilla de papaya	63
Figura 20: Moliendo la semilla con la ayuda de un mortero	63
Figura 21: Tamizado de la semilla.....	64
Figura 22: Aplicación del coagulante en la prueba de jarras	64
Figura 23: Análisis de las dosis eficientes del coagulante.....	65
Figura 24: Toma de muestras para el análisis final de la turbidez.....	65



Figura 25: Visualización de la dosis óptima en las pruebas desarrolladas.....	66
Figura 26: Pruebas realizadas para la determinación de la dosis más eficiente ..	66



RESUMEN

El presente trabajo tiene como finalidad determinar la eficiencia de la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de la turbidez de agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca, las industrias textiles en Juliaca no tienen un tratamiento apropiado de sus aguas residuales para su disposición final, situación que afecta el medio ambiente, es por ello que se busca la remoción de la turbidez del agua residual de industria textil. En la siguiente investigación se propone un tratamiento con el uso de un coagulante natural a base de semilla de papaya, para ello se realizó lo siguiente; Primero: Se realizó el análisis de turbidez inicial, se evidencio una turbidez inicial de 2369 NTU; Segundo: Se realizó la preparación del coagulante para ello se recolecto las semillas de papaya para posteriormente llevarlo a un proceso de lavado, secado, triturado y tamizado; por último se realizó el tratamiento en la prueba de jarras con las siguientes dosis: 1.0 gr, 1.2 gr, 1.5 gr y 1.7 gr. Se tiene como dosis optima 1.5 gr del coagulante, en una agitación rápida de 150 RPM, agitación lenta de 80 RPM y un tiempo de sedimentación de 90 minutos, obteniendo a una turbidez final de 43.7 NTU, con un 98.2 % de remoción en la turbidez. Finalmente, se concluye que la semilla de papaya es una buena alternativa para la reducción de la turbidez en el agua, pero debe desarrollarse más investigaciones sobre el tratamiento para la reducción de otros parámetros presentes en el agua residual de industria textil utilizando productos orgánicos.

Palabras Clave: Turbidez, coagulante natural, semilla de papaya, agua residual.



ABSTRACT

The resolve of this explore work is to govern the effectiveness of the papaya seed as a natural coagulator for the subtraction of turbidness from sewer water from the textile industry in the city of Juliaca. The textile industries in the City of Juliaca do not have adequate treatment. of its wastewater for final disposal, a situation that affects the environment, which is why the removal of turbidness from effluent textile industry is sought. In the following investigation, a treatment is projected with the use of a natural coagulant based on papaya seed, for this the following was carried out; First: The initial turbidity analysis was carried out, an initial turbidity of 2369 NTU was evident; Second: The grounding of the coagulant was carried out, for which the papaya seeds were collected and later taken to a process of washing, drying, crushing and sieving; Finally, the conduct was accepted out in the jar test with the following doses: 1.0 gr, 1.2 gr, 1.5 gr and 1.7 gr. The optimal dose is 1.5 g of the coagulant, with rapid agitation of 150 RPM, slow agitation of 80 RPM and a sedimentation time of 90 minutes, reaching a final turbidity of 43.7 NTU, with 98.2% removal in turbidity. Finally, it is concluded that papaya seed is a good alternative for reducing turbidity in water, but more explore should be carried out on the treatment to reduce other parameters present in sewer water from the fabric business using organic products.

Keywords: Turbidity, natural coagulant, papaya seed, residual water.



INTRODUCCIÓN

Los desechos y la contaminación de los efluentes industriales han hecho necesario realizar varios estudios sobre la eficacia del extracto natural de plantas en el tratamiento de aguas. La mayoría de los coagulantes naturales se obtienen de frutas, raíces, semillas, cortezas, entre otros recursos naturales. En este contexto, las semillas de papaya destacan como un coagulante natural efectivo para la remoción de la turbidez en las aguas residuales de la industria textil.

En la actualidad, no existen muchos estudios nacionales sobre el uso de semillas de papaya para tratar aguas residuales industriales. (Díaz, 2019) y (García, 2019) Las semillas aportan un porcentaje muy bueno de eliminación de turbidez, por lo que puede ser una buena alternativa interesantemente aplicada para el tratamiento de residuos de la industria textil, ya que por lo general no se da ningún tratamiento previo a la disposición de sus aguas, considerando que los tratamientos químicos son muy costosos y tóxicos para el medio ambiente.

El presente estudio tiene como finalidad establecer la eficiencia de la semilla de papaya en la remoción de la turbidez de agua residual de industria textil, contribuyendo así con el cuidado del medio ambiente.

La estructura del presente estudio es por capítulos. En el capítulo I: se desarrolla la identificación del problema, la formulación de problemas objetivos y variables. En el capítulo II. Se desarrolla los fundamentos teóricos que sustentan el trabajo de estudio. En el capítulo III. Se realiza la metodología empleada. En el capítulo IV: se realiza el análisis de resultados.

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. Descripción del problema

De hecho, la propia industria textil, a través de su producción, genera al menos un 20% de la contaminación del agua limpia mediante el teñido y el acabado. Se estima que, como resultado del proceso de lavado de prendas sintéticas, se producen cerca de 0,5 millones de toneladas de microfibras cada año que acaban vertiéndose en el océano.

El 35% de los microplásticos se liberan durante los procesos de lavado de prendas sintéticas. Una sola carga de ropa de poliéster puede liberar más de 700.000 fibras microplásticas, las cuales terminan ingresando en la alimentaria, representando un riesgo significativo para la salud y el ecosistema.

Debido al aumento de la contaminación ambiental atribuible a las industrias textiles, se exigen alternativas a escala nacional, por lo que se están investigando diferentes alternativas para tratar los contaminantes recién formados en las aguas residuales. (Garcia, 2019)

El agua se somete a un tratamiento de coagulación, donde dicha condición crea grupos más grandes de partículas presentes en el agua, dándoles mayor peso, haciendo posible finalmente su eliminación por sedimentación de las partículas.

El proceso permite obtener agua con las características físicas y organolépticas requeridas.

Es necesario emplear nuevas metodologías para el tratamiento de agua, por ello, es recomendable realizar investigaciones empleando el proceso de coagulación con coagulantes de origen vegetal para la clarificación del agua.

Un tratamiento de agua eficiente se obtiene usando un coagulante natural, asimismo la aplicación de un coagulante natural es recomendable ya que se considera de menor costo, es eficiente y amigable con el ambiente.

Este estudio tenderá a determinar la eficacia de las semillas de *Carica papaya* en el tratamiento del agua, así como a evaluar su potencial coagulante. Al ser un subproducto de los desechos, se obtiene fácilmente y reduciría la contribución de los desechos sólidos generados en el medio ambiente. El polvo de semilla de papaya también es rentable y tiene un porcentaje eficiente de eliminación de la turbidez del agua; este parámetro es de suma importancia dentro de los estándares de calidad del agua propuestos por el Ministerio del Medio Ambiente con el fin de proteger los recursos naturales a través de ciertas regulaciones.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuán eficiente es la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de la turbidez de agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca, 2024?

1.2.2. Problemas Específicos

P.E.1. ¿Cuál es la concentración de turbidez del agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca?

P.E.2. ¿Cuál es la dosis optima de la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de la turbidez del agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca?

P.E.3. ¿Qué porcentaje de remoción tiene la semilla de papaya como coagulante natural en la remoción de la turbidez en agua residual de industria textil de la ciudad de Juliaca?

1.3. Justificación

1.3.1. Teórica

Tiene como finalidad establecer la eficiencia de la semilla de papaya en la remoción de la turbidez en agua residual de industria textil. Para mitigar la contaminación de aguas superficiales, se busca implementar una alternativa eco amigable y de bajo costo en el campo de la investigación que se han venido ejecutando respecto a este tema.

La aplicación del coagulante natural es considerada de bajo costo, ya que la papaya atribuye bastante semilla, y una vez retiradas de la fruta suelen ser desechadas, por ello se considera de fácil acceso. Además, el uso de coagulantes naturales no deja un efecto negativo e irreversible en el medio ambiente, porque son productos naturales.

El agua residual al no contar con un tratamiento previo a su descarga, es considerado un factor negativo para la salud de la población que habita en el lugar y el medio ambiente en general. Por esta razón, la coagulación es un tratamiento factible y provechoso.

Para ello el uso de coagulantes químicos tiene un costo elevado y contienen residuos tóxicos para el ambiente, razón por la cual es recomendable emplear coagulantes naturales.

1.3.2. Justificación práctica

Las aguas residuales de industria textil muchas veces no cuentan con un tratamiento previo a su disposición final, ya que este requiere un costo adicional, razón por la cual no emplean un tratamiento previo a su descarga, en esta investigación se propone emplear un tratamiento con coagulante natural, es de fácil acceso. La enzima de papaya tiene propiedades que ayudan a la remoción de turbidez.

La semilla de papaya se utiliza como coagulante natural en el tratamiento del agua porque tiene buenos resultados en la eliminación de la turbidez.

1.3.3. Justificación metodológica

Para el tratamiento de aguas residuales industriales se utiliza habitualmente sulfato de aluminio o cloruro férrico.

En esta investigación se emplea un tratamiento diferente a lo convencional que es reemplazar los clarificantes químicos por clarificantes naturales como es la semilla de papaya en polvo en la reducción de la turbidez; la enzima es usado en industrias para ablandar la carne, es de fácil obtención, de bajo costo. Teniendo en cuenta que la semilla de papaya es un desecho vegetal que se puede encontrar en gran cantidad, será empleado para la obtención de un coagulante natural aplicando una metodología experimental para el tratamiento de agua.

El uso de coagulante natural de la semilla de papaya es una muy buena alternativa en el tratamiento de agua, estos atribuyen propiedades que facilitan la reducción de la concentración de turbidez.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia de la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de la turbidez de agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca.

1.4.2. Objetivos específicos

O.E.1. Analizar la concentración de turbidez del agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca

O.E.2. Identificar la dosis optima de la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de la turbidez del agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca

O.E.3. Determinar el porcentaje de remoción de turbidez que tiene la semilla de papaya como coagulante natural en la remoción de la turbidez en agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La semilla de papaya como coagulante natural es eficiente en la remoción de la turbidez de agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca.

1.5.2. Hipótesis específicas

H.E.1. El agua residual de industria textil presenta una concentración de turbidez elevada.

H.E.2. La dosis óptima de la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de turbidez de agua es de 0.5 g/l a 1.0 g/l.

H.E.3. El porcentaje de remoción de la turbidez que tiene la semilla de papaya como coagulante natural en agua residual de industria textil es del 80%.

1.6. Operacionalización de variables

Variable dependiente: Remoción de la turbidez de agua residual de industria textil.

Variable independiente: Coagulante natural de la semilla de papaya.

Tabla 1:

Matriz de variables

Variables	Dimensiones	Indicador	Indice
Coagulante natural de la semilla de papaya	Semilla de papaya	Cantidad de semilla de papaya	Gramos
Remoción de la turbidez de agua residual de industria textil	Concentración de la turbidez	Turbidez	NTU

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Coagulante natural de semilla de papaya

2.1.1. Papaya (*Carica papaya*)

La papaya proviene de cultivos en terrenos de diversas naturalezas, viene del árbol papayo, de origen en zonas subtropicales y tropicales, particularmente tienen materia orgánica y bastante humedad.

El papayo es un árbol tropical que se cultiva a 1 000 m.s.n.m. los mejores frutos están bajo los 800 m.s.n.m. El cronista Oviedo, es un español que en 1526 describe por primera vez la papaya que fue encontrada en las costas de Colombia y Panamá, que se cultiva en los tropicales.

2.1.2. Semilla de papaya

La Semilla de papaya: (Garcia, 2010) y (Roman , 2017) considera que la semilla es ovoide, de tamaño pequeño, presenta un color negro. La semilla encima tiene un embrión de endospermo cubierto con dos capas, la primera se denomina endotesta

que es considerado la capa interna y la segunda capa se denomina sarcotesta que tiene el mucilago (Santamaria y otros, 2015) determinan que tiene como característica física un funículo, este permite que se unan parietalmente las semillas, presentando una forma de cicatriz, presenta grasa y un sabor picoso. (Garcia, 2010)

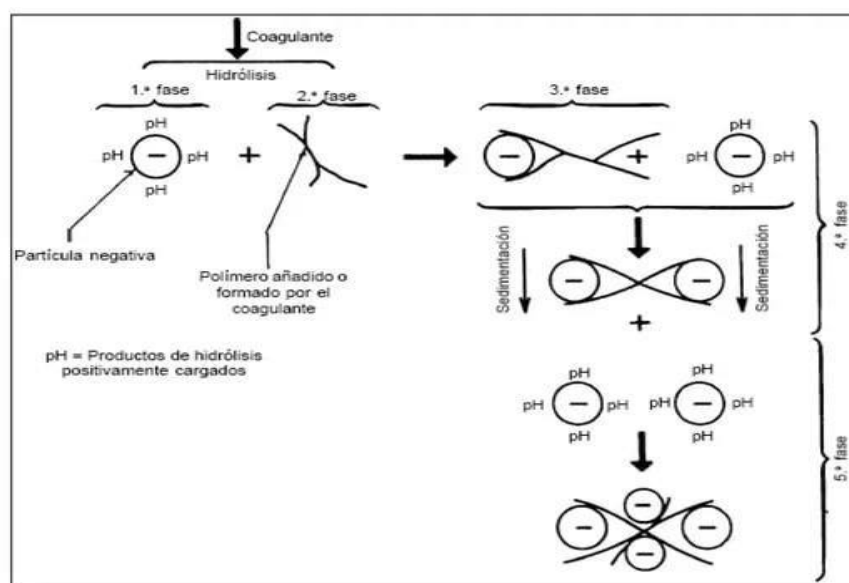
2.1.3. Coagulación

Se considera un proceso químico que sirve para desestabilizar las partículas coloidales. Este proceso funciona agregando una sustancia química con iones cargados positivamente, reponiendo el agua con iones cargados negativamente.

2.1.4. Etapas de coagulación

Evaluando la teoría de (Andia , 2000), determina que las etapas de coagulación son cinco, los cuales son seguidas y simultaneas en un tiempo corto:

- a) Etapa 1: Desestabilización de partículas suspendidas e hidrolisis de los coagulantes
- b) Etapa 2: Formación de compuesto químico polimérico.
- c) Etapa 3: Adsorción de cadena polimérica mediante coloides.
- d) Etapa 4: Adsorciones mutuas de coloides.
- e) Etapa 5: Acción de barrido.

Figura 1:**Etapas de coagulación****Figura 4-21. Modelo esquemático del proceso de coagulación**

Fuente: (Lopez, 2018)

2.1.5. Proceso de coagulación

Está constituida por:

- Mezclado lento:** Se realiza el mezclado rápido con una velocidad controlada para retener los componentes del agua mezclada y crear la formación de floculos grandes.
- Mezclado rápido:** Participa en los procesos de floculación y coagulación, ajustando el pH de la muestra de agua. Además, se lleva a cabo una mezcla rápida para eliminar los químicos presentes en el agua, lo que permite disminuir las fuerzas repulsivas entre las partículas del medio.
- Sedimentación:** Promueve la precipitación de los flóculos.

2.1.6. Tipos de coagulación

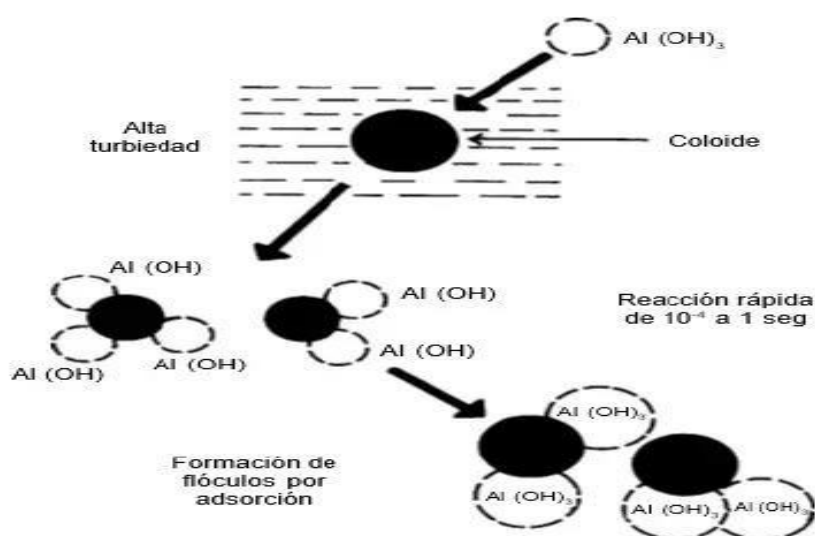
(Andia , 2000) determina que existen dos tipos de coagulación básicas, los que serán descritos así:

a) Coagulación por Adsorción.

La absorción de partícula coloidal se produce cuando el agua tiene concentraciones altas de estas, y al añadir el coagulante el compuesto soluble se absorbe por los coloides y así se forman floculos inmediatamente. (Campos, 2020)

Figura 2:

Coagulación por adsorción



Fuente: (Barrenechea, 2004)

Al añadir coagulantes químicos en cantidades necesarias en el agua, se crean sustancias solubles hidrolizadas, que no mantienen estable el coloide al crear complejo superficial con los grupos SILANOL ($SiOH$), creando así flóculos en el agua.

Esta metodología se considera neutralización de carga o desestabilización-absorción (Barrenechea, 2004)

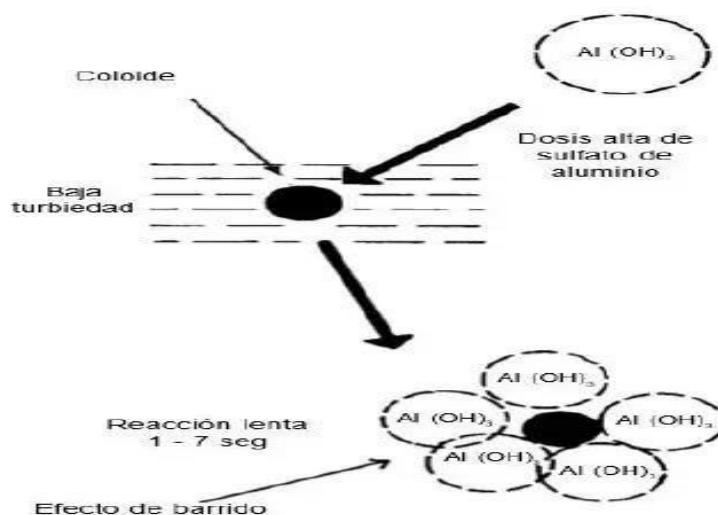
Cuanto mayor sea la concentración de coloides en el agua, cuanto más cerca estén estos coloides, mayor será la fuerza de atracción y menor será la energía necesaria para su desestabilización.

b) Coagulación por Barrido.

Se realiza con una concentración menor de turbidez presente en el agua, que contiene menos concentración de partículas coloidales, al generar una saturación de precipitación del coagulante estas terminan enredadas. Al tener menos partículas, la distancia entre las partículas es mayor y la fuerza de atracción es más débil, por lo que su desestabilización exige una mayor concentración de coagulante y un incremento en el a Porte de energía. (Lopez, 2018)

Figura 3:

Coagulación por barrido



Fuente: (Barrenechea, 2004)

2.1.7. Factor que influyen a la floculación

Según Andia (2000), es fundamental tener en cuenta el factor que influyen en los procesos de coagulación y cómo interactúan entre sí, ya que esto permite optimizar el tratamiento y garantizar su eficiencia ya que esto nos permite calcular la dosis adecuada de coagulante para lograr un tratamiento eficiente y optimizar el proceso. Los factores más influyentes son:

a) Temperatura

(Perez, 1984) citado en (Lopez, 2018) analiza si la temperatura tiene influencia en la coagulación, teniendo 2 región de variación evidente:

Uno entre 32° y 50°F y el otro entre 50° y 104°F. En la primera región, se encontró que cuanto menor es la temperatura, menor es la eficacia en la disminución de la turbidez. Esto se debe a que no hay coalescencia de las partículas para su desestabilización y el incremento de la viscosidad en el agua no permite que las partículas coloidales se muevan, por lo que no hay tanta perturbación del agua para juntar partículas pequeñas y acumularlas, luego también, puede reducir el nivel de pH del agua. En la segunda región, se encontró que, con un incremento de la temperatura, hay un incremento en la eficacia en la disminución de la turbidez. Esto se debe a un mayor movimiento de las partículas.

b) Dosis Óptima

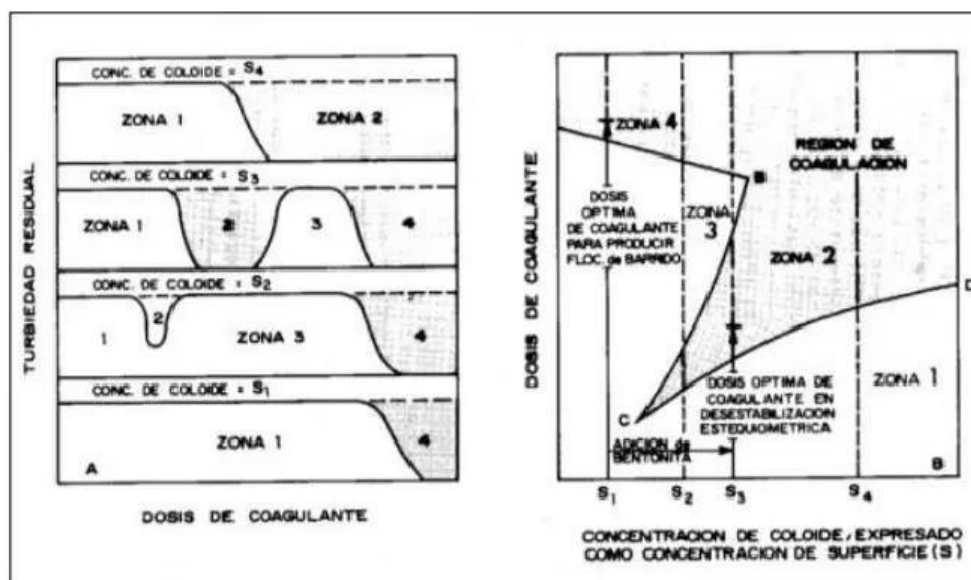
De acuerdo con Ojeda (2012), la cantidad de coagulante aplicada tiene un impacto significativo en la disminución de la turbidez. En otras palabras, la concentración de coagulante empleada en el tratamiento influye directamente en el % de eliminación de la turbidez.

- A menor concentración de coagulante las partículas no son estables y no forman microfloculos, eso genera que no se dé el proceso de coagulación.
- A mayor concentración del coagulante, se invierten las cargas de las partículas y forman microfloculos pequeños que demoran en sedimentar, y no se tiene una eficiente remoción de la turbidez. (Ojeda, 2012)

Según (Lopez, 2018) la cantidad de coloides tiene que estar relacionada con la concentración del coagulante, si se tiene una turbidez de agua menor se requiere de mayor concentración de coagulante, porque no se genera gran cantidad de partículas suspendidas para que se pueda formar el floculo, cuando hay una concentración elevada de coloides, se requiere de menos concentración de coagulante.

Figura 4:

Relación del material coloidal y el coagulante



Fuente: (Lopez, 2018)

c) pH óptimo

Es un parámetro de mayor importancia en los procesos de coagulación y de ello depende un eficiente tratamiento, con aguas de menor turbiedad se tiene un pH de 4 a 6, y una turbidez mayor se tiene un pH de 6.5 y 8.5. Generalmente, las sales férricas son más eficientes en un pH alcalino siendo más eficiente que el aluminio (Lopez, 2018)

d) Concentración óptima

Las concentraciones de coagulante en el agua deben estar coherente con los volúmenes disponibles, ya que afecta la eficacia de los procesos de coagulación aplicado en el tratamiento del agua.

Se trata de crear turbulencia y, por lo tanto, la dispersión del coagulante en el agua, y si la agitación es rápida, el contacto con más partículas coloidales es fácil y se reduce la turbidez. (Barrenechea, 2004)

e) Mezcla y aplicación

Los factores que afectan en la coagulación es el periodo de mezcla, el mecanismo de mezcla, la frecuencia de la agitación, la metodología para agregar el coagulante y la forma de aplicación.

Se requiere de una mezcla profunda que ayude a distribuir de forma uniforme el coagulante en el agua, así juntarse con la partícula coloidal, esto para tener una coagulación homogénea. Teniendo claro que la forma de aplicación del coagulante o el lugar es donde existe más turbulencia, no se recomienda aplicar en la superficie. (Lopez, 2018)

2.1.8. Tipos de Coagulantes

Los diferentes procesos de coagulación son:

a) Coagulantes Inorgánicos

Los comúnmente utilizados en el proceso de coagulación, tienen las propiedades para actuar como coagulante y floculante, son eficientes en la disminución de metal pesado, grasa, aceite, etc. (Cedeño & Sacoto, 2019)

Los coagulantes inorgánicos de mayor uso son el cloruro férrico, sulfato de aluminio, aluminato de sodio, cloruro de aluminio, etc.

(Lopez, 2018) Estos ejemplos son muy eficientes en el proceso de coagulación, por lo que se utilizan como coagulantes, pero son tóxicos para la salud y perjudiciales para el medio ambiente.

Hoy en día, los coagulantes más comunes aplicados en el tratamiento de aguas residuales industriales son los polímeros.

b) Coagulantes Naturales

Son atribuidos como una buena alternativa para la coagulación, ya que tienen propiedades de solubilidad en el agua, provienen de material biodegradable y poseen las mismas propiedades de un coagulante sintético. Estos coagulantes, de origen vegetal o animal, representan una alternativa más sostenible y respetuosa con el medio ambiente. A diferencia de los coagulantes químicos inorgánicos, no generan efectos tóxicos, lo que los convierte en una opción ecológica para el tratamiento del agua. (Cedeño & Sacoto, 2019)

La gran cantidad de los coagulantes cuentan con agentes de coagulación activas como proteínas, carbohidratos, taninos. Los coagulantes naturales más aplicados en los diferentes estudios realizados son la moringa, el frijol, el maíz, cassia obtusifolia, etc. (Bravo, 2017)

(Garcia F. , 2017) En América del Sur, India y África considera coagulante de origen vegetal al melocotón, semillas de almendra, legumbres, Cactus Opuntia, habas, guisantes, carga de papaya y nueces.

Esto coagulantes al ser de origen natural no afecta a la salud del ser humano y su uso puede contribuir en la potabilización y tratamiento de agua residuales (Lopez, 2018)

2.1.9. Prueba de jarras

Es una técnica de simulador del proceso de coagulación en el tratamiento de agua a una escala real, mostrando una visualización real del comportamiento del producto químico y operando con aguas crudas. La prueba de jarras replica una operación de una escala real, ayuda a identificar el producto químico que se va a emplear para determinar su eficiencia usando la misma muestra de agua que se requiere tratar en la planta. En esta prueba se trabaja con diferentes dosis de coagulante, generalmente se trabaja con diferentes jarras que contengan una cantidad de muestra considerable. (ISA, 2016)

2.2. Remoción de la turbidez de agua residual de industria textil

2.2.1. La turbidez

Se debe a la presencia de partículas suspendidas o disueltas que afectan su claridad. Estas partículas pueden incluir sedimentos como arcilla y limo, pequeñas cantidades de materia inorgánica y orgánica, compuesto orgánico soluble, algas y microorganismos. Su tamaño generalmente varía entre 0,1 y 1.000 nm, contribuyendo a la apariencia turbia del agua.

La turbidez es la condición en la que un líquido no es transparente debido a la presencia de partículas en suspensión. Se puede medir, en el laboratorio o en el

campo, mediante medios ópticos que se utilizan para proyectar un haz de luz a través de la muestra de agua. Esto mide cuánta luz dispersan las partículas y luego se lee en unidades de turbidez nefelométrica (NTU). (Rojas, 2013)

2.2.2. Agua Residual

Se considera agua residual a las aguas que provienen de la actividad humana, es decir, aquellas que se generan de los domicilios, instituciones, centros comerciales e industrias.

Este tipo de agua tiene dentro de sus características sólidos suspendidos o sólidos disueltos, los cuales son clasificados en orgánicos e inorgánicos, estos generalmente presentan elevadas cantidades de microorganismos patógenos. (Villacis, 2011)

Las aguas residuales pueden tratarse en el lugar donde se generan o transportarse a través de tuberías y bombas a una planta de tratamiento municipal para su procesamiento. (Martinez Garcia, 2019)

Aquellas aguas que provienen de las industrias necesitan un proceso avanzado en su tratamiento.

El tratamiento de aguas residuales se lleva a cabo de conformidad con los requisitos de calidad y protección ambiental establecidos por las normas y regulaciones locales, federales pertinentes y estatales. El tratamiento de aguas residuales es un aspecto clave de la ingeniería química e involucra varios procesos y operaciones. (Martirez Armeño, 2013)

2.2.3. Tipos de agua residual

Según (Villacis, 2011) el agua contaminada se divide en lo siguiente:

a) Agua Residual Domestica

Se considera domestica a los residuos líquidos que se generan en las viviendas, centros educativos, centros comerciales.

b) Agua Residual Industrial

Se considera industrial a las aguas que son generadas por industrias o fábricas, se toma en cuenta la clase de industria para así considerar que pueden contener sustancias toxicas producto de sus actividades.

c) Aguas pluviales

Se considera `pluviales a las descargas de agua generados por la nieve, el granizo y las lluvias. En este tipo de agua los contaminantes presentes se juntan con el agua al traspasar la atmosfera y debido al lavado del suelo.

d) Aguas agrarias

Se considera agrarias a las descargas generadas por una actividad agrícola y ganadera. Solo debe considerarse la actividad agrícola, pero el concepto de aguas agrarias también se utilizada de una forma no apropiada para la actividad ganadera.

e) Aguas superficiales

Se denomina superficiales al agua que podemos encontrar en las superficies de la tierra, sean dulces o saladas. Estas aguas se generan a causa de las precipitaciones pluviales, estas aguas pertenecen al ciclo del agua.

Al infiltrarse el agua mediante el suelo, estas llegan a ser denominadas aguas subterráneas. (Geographic, 2019)

2.2.4. Tratamiento de aguas residual

Se realiza a través de un tratamiento físicos, químico y biológico con la finalidad de disminuir las partículas en suspensión, el color, la turbidez.

La metodología utilizada para el tratamiento cambia de acuerdo a los contaminantes presentes en el agua y al uso que se le pretende dar a las aguas tratadas para su disposición final.

Generalmente se emplea un pre tratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario, estos son descritos así:

a) Pretratamiento

Se basa en diversas procedimientos físicos y mecánicos, que son usados para dividir material particulado de mayor tamaño, partículas grandes y arenosas, estos llegan a generar complicaciones en alguna etapa del tratamiento o llega a influir en el eficiente funcionamiento de algún equipo mecánico. Los procesos que se emplean en el pre tratamiento; son para separar las partículas grandes, desbaste, tamizado, desarenado y desengrasado (Cuenca, 2015)

b) Tratamiento primario

Se requiere de un proceso físico o químico que realice sedimentaciones de partículas en suspensiones y así disminuyan en un 20 % aproximadamente la DBO5 y un 50% de partículas suspendidas presentes en el agua residual previo a su disposición final, esto como un tratamiento primario.

El tratamiento comúnmente usado es la sedimentación primaria y tratamientos físico-químicos (Cuenca, 2015)

La sedimentación primaria, remueve la gran cantidad de partículas que se pueden sedimentar por gravedad. Para prevenir las grandes demandas



de oxígeno en el proceso de tratamiento, se requiere retirar las partículas presentes. El tratamiento físico-químicos se da cuando se agrega reactivos químicos que reducen la mayor cantidad de partículas suspendidas posibles. Durante el proceso de coagulación-floculación, el tamaño y la densidad de las partículas aumentan, facilitando su posterior sedimentación.

El tratamiento primario se aplica en agua residual de desechos líquidos industriales que influyen de forma negativa para un tratamiento biológico; y para la remoción de fosforo y si el caudal tiene influencias estacionales.

c) Tratamiento secundario

Generalmente se aplica un tratamiento biológico, sedimentador secundario y diferentes procesos que contribuyan en la disminución de la materia orgánica, en la coagulación y remoción de partícula coloidal que no son sedimentables.

El proceso biológico se desarrolla con reactores que actúan con microorganismos aerobios y anaerobios que reducen una gran cantidad de materia orgánica y absorben los nutrientes en un 20% y 30%, también reducen el 75% de amonio. (Pedro, 2014)

d) Tratamiento terciario

Son considerados como tratamiento avanzado, ya que tienen una gran capacidad de remoción de material suspendido y la DBO5. Tiene la propiedad de remover el metal y el nutriente que son contaminantes de agua.

Este proceso complementa al tratamiento secundario, donde se logra coagular, flocular, decantar y desinfectar. También logra la eliminación de



bacterias y virus que se encuentra en la descarga, remueve la turbidez a concentraciones bajas, y asegura una buena desinfección. (Perez y otros, 2014) Para la desinfección se utiliza comúnmente el cloro para descargas depuradas, las concentraciones de cloro deben estar en pequeñas concentraciones al final del tratamiento.

Se implementa un proceso de cloración o se agrega un sistema desinfectante alternativo, en donde se trabaja con membranas para filtrar, se usa la Radiación UV (Cuenca, 2015)

Los tratamientos expuestos anteriormente, requieren de una simulación a escala de laboratorio y realizar diferentes pruebas previos a su implementación en plantas de tratamiento de agua residual.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos de investigación

La presente tesis es de método cuantitativo ya que requiere de variables numéricas que evalúan un fenómeno, eso significa que el análisis de los datos y los resultados adquiridos serán cuantificables. Este método surge del planteamiento de una hipótesis o cuando buscas comprobar una teoría, (Raffino , 2020)

El uso del método cuantitativo en la presente investigación, es recopilar la información de estudios, realizar el análisis con una muestra inicial y final en un tratamiento. Con ello, se analizan resultados y se realiza la contratación de las hipótesis planteadas.

Es de tipo experimental, se desarrolla con la recopilación y síntesis de la información adquirida de anteriores estudios. Para realizar el experimento es necesario el uso de un laboratorio, de materiales y equipos. *Ámbito de investigación*

El presente trabajo se desarrolla en la Ciudad de Juliaca en la Provincia de San Román del Departamento de Puno.

Tabla 2:

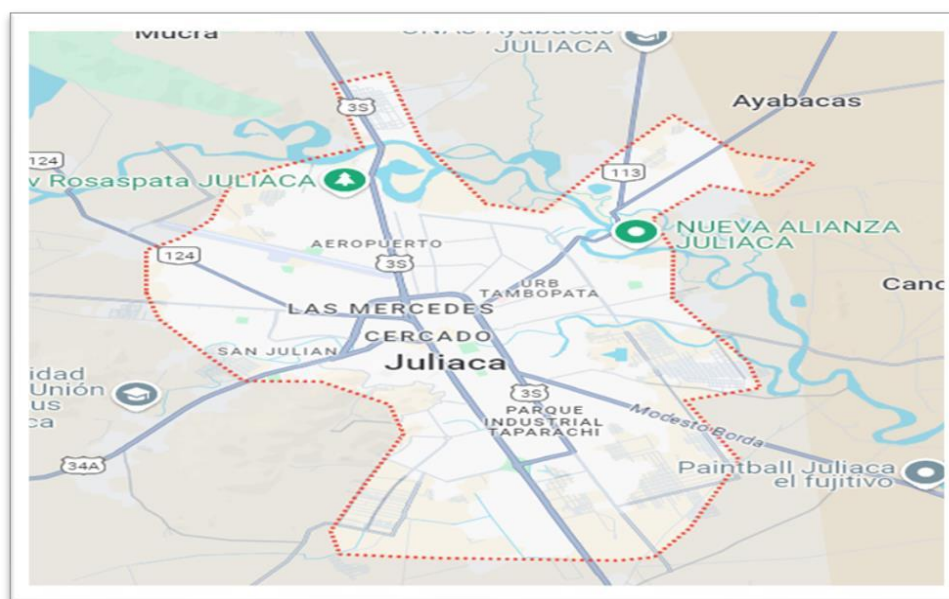
Características de la ciudad de Juliaca

Departamento	Puno
Provincia	San Román
Distrito	Juliaca
Latitud	15.492792198494195,
Longitud	70.10290597023732
Altitud	3825 m.s.n.m.

Fuente: <https://maps.app.goo.gl/n8GTdLmrqoBsWpaeA>

Figura 5:

Ubicación de la ciudad de Juliaca



Fuente: <https://maps.app.goo.gl/n8GTdLmrqoBsWpaeA>

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Tiene como población de estudio a la industria textil de la ciudad de Juliaca.

3.2.2. Muestra

Se tiene como muestra de estudio el efluente de agua residual de industria textil de la Ciudad de Juliaca.

3.3. Técnicas e instrumentos de recogida de datos

En esta investigación, cuyo objetivo es evaluar la eficacia de la semilla de papaya en la remoción de la turbidez del agua residual proveniente de la industria textil, se emplearon las siguientes técnicas e instrumentos:

3.3.1. Técnica:

- Prueba de jarras
- Método Nefelométrico

3.3.2. Instrumentos:

- Documentos (Antecedentes)
- Prueba de jarras
- Metodos normalizados de aguas potables y residuales, APHA-AWWAWPCF (2005)

3.4. Preparación del coagulante natural

3.4.1. Recolección de semillas

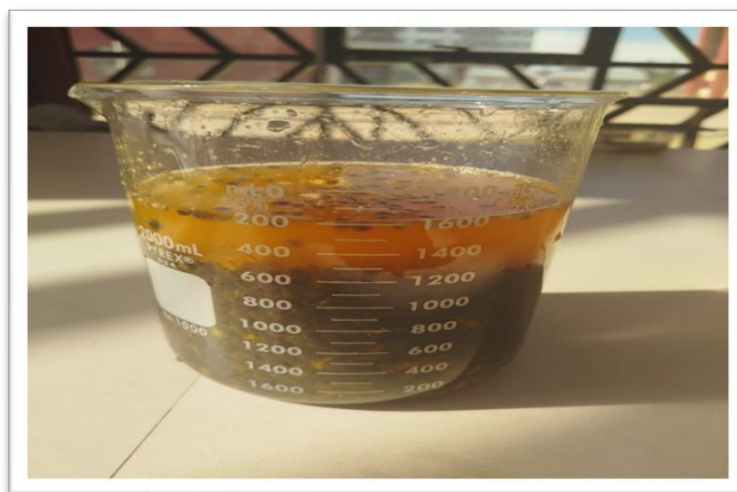
La semilla de Papaya se recolecto de un puesto de jugo ubicado en el mercado "Tupac Amaru" de Juliaca.

3.4.2. Preparación del coagulante natural

Paso 1.- Las semillas de Papaya fueron recolectadas en el mercado Tupac Amaru de Juliaca se lavaron tres veces en agua destilada, colando las impurezas que puedan existir, para posteriormente secar las semillas de papaya.

Figura 6:

Lavado de semilla de papaya



Fuente: Elaboración propia

Paso 2.- Se dejó secando las semillas de papaya al aire libre durante 24 horas.

Figura 7:

Secado de semillas de papaya



Fuente: Elaboración propia

Paso 3.- Las semillas de papaya fueron sometidas a un proceso de secado en una mufla, manteniéndolas a una temperatura de 50 °C durante 24 horas para garantizar su preparación adecuada.

Figura 8:

Secado de la semilla de papaya



Fuente: Elaboración propia

Paso 4.- Una vez secas las semillas se trituraron usando el mortero, para la obtención del coagulante en polvo.

Figura 9:

Trituración de las semillas



Fuente: Elaboración propia

Paso 5.- Finalmente se tamizaron para quitar el exceso de la cascara de la semilla de papaya y así obtener un polvo más fino. Así el coagulante es más fácil de manejar, finalmente se debe conservar en un frasco de vidrio y dejar el coagulante en un desecador, con la finalidad de evitar la humedad.

Figura 10:

Tamizado de las semillas



Fuente: Elaboración propia

3.5. Recopilación de la muestra de agua residual industrial

Se recolecto de una pequeña industria textil, ubicada en la ciudad de Juliaca, esta industria se ofrece al lavado y procesado de lana de ovino, de esta industria textil se recolecto aproximadamente 20 litros de agua residual en un bidón de plástico nuevo y previamente esterilizado.

3.6. Dosis del coagulante

Para la determinación de las dosis, se tomó en cuenta la investigación de (Díaz, 2019), teniendo en cuenta los datos de la turbidez inicial de las aguas residuales de industria textil, se consideró trabajar con las siguientes dosis: 1.0 gr, 1.3 gr, 1.5 gr y 1.7 gr.

Figura 11:

Tratamiento con diferentes dosis de coagulante



Fuente: Elaboración propia

3.7. Prueba de jarras

Se utiliza para establecer la dosis óptima necesaria para reducir la turbidez. Se trabajó con 1 litro de agua residual de la industria textil, sometiéndolo a una agitación rápida a 150 RPM y una agitación lenta a 80 RPM.

Posteriormente, se demostró un tiempo de sedimentación entre 40 y 60 minutos para evaluar los resultados.

Figura 12:

Prueba de jarras



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación

Tuvo como objetivo principal eliminar la turbidez del agua de la industria textil utilizando el coagulante natural de las semillas de papaya. Para comenzar, se analizó la turbidez inicial del agua residual. Luego, se ejecutó la prueba Jarras con los datos adquiridos para establecer la dosis óptima de coagulante. Finalmente, se evaluó la turbidez postratamiento para conocer la eficacia del proceso y calcular el porcentaje de eliminación alcanzado.

4.2. Análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Concentración de la turbidez inicial del agua residual de industria textil

Tabla 3 se observa los datos de la turbidez inicial que se tiene en la muestra de agua residual de industria textil, en la primera prueba se tiene una turbidez de 2377 NTU, en la segunda prueba se tiene una turbidez de 2369 NTU y en la tercera prueba se tiene una turbidez de 2373 NTU

Tabla 3:

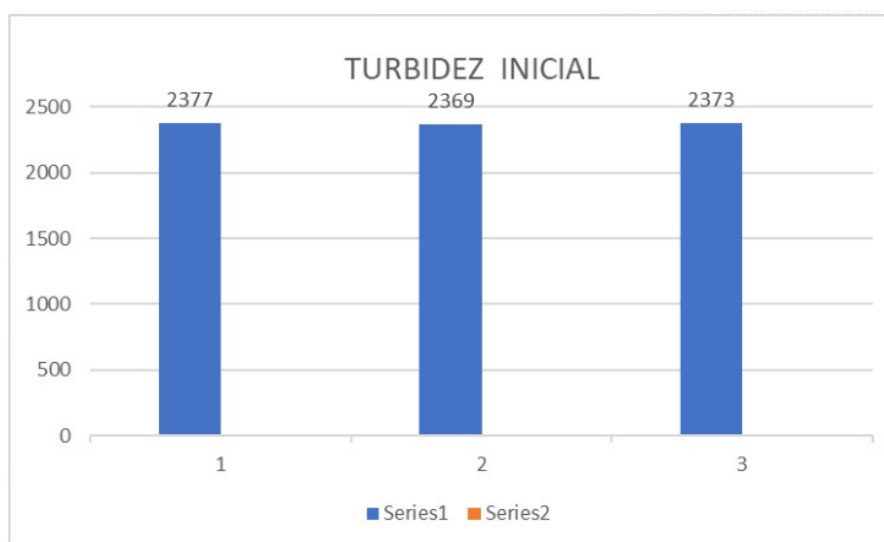
Concentración de turbidez inicial de industria textil

MUESTRA INICIAL	
REPETICIONES (NTU)	TURBIDEZ
2377	1
2369	2
2373	3

Fuente: Elaboración propia

Figura 13:

Datos de turbidez inicial



Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Identificación de la dosis optima de la semilla de papaya como coagulante natural en la remoción de la turbidez.

Para la identificación de la dosis optima, se tomó en cuenta los datos obtenidos en el análisis de la concentración de la turbidez inicial del agua residual, posteriormente se realizó la medición de la turbidez, después de la prueba de jarras,

y así identificar cual es la dosis óptima para el tratamiento de remoción de la turbidez.

Tabla 4:

Determinación de la dosis óptima del coagulante (Repetición 1)

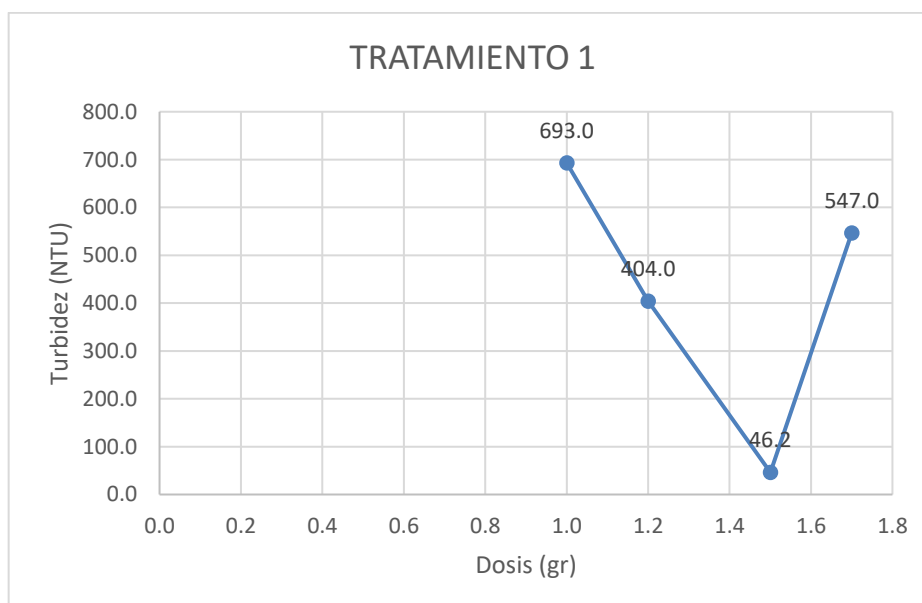
REPETICION 1		
TRATAMIENTO	DOSIS (gr)	TURBIDEZ (NTU)
1	1.0	693.0
2	1.2	404.0
3	1.5	46.2
4	1.7	547.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4, se puede observar que la dosis óptima para la remoción de turbidez es la de 1.5 gr de coagulante a base de semilla de papaya, llegando a obtener una turbidez de 46.2 NTU.

Figura 14:

Dosis óptima del coagulante para la remoción de la turbidez (R-1)



Fuente: Elaboración propia

Figura 14, se observa una disminución de la turbidez en la dosis 1.5 gr, siendo la dosis con mejor resultado a comparación de las otras dosis

Tabla 5:

Determinación de la dosis óptima del coagulante (Repetición 2)

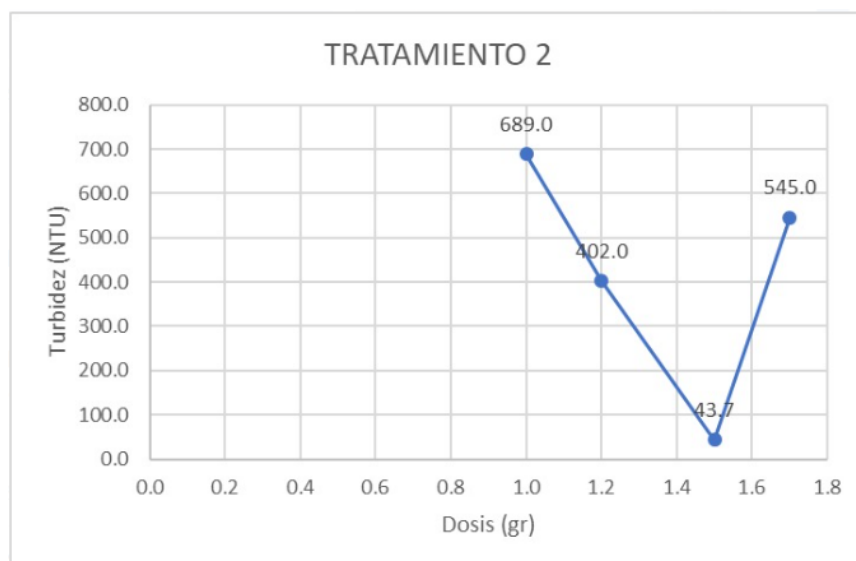
REPETICION 2		
TRATAMIENTO	DOSIS (gr)	TURBIDEZ (NTU)
1	1.0	689.0
2	1.2	402.0
3	1.5	43.7
4	1.7	545.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5, se puede observar que la dosis óptima para la remoción de turbidez es la de 1.5 gr de coagulante a base de semilla de papaya, llegando a obtener una turbidez de 43.7 NTU.

Figura 15:

Dosis óptima del coagulante para la remoción de la turbidez (R-2)



Fuente: Elaboración propia

Figura 15, se visualiza una reducción de la turbidez en la dosis 1.5 gr, siendo la dosis con mejor resultado a comparación de las otras dosis.

Tabla 6:

Determinación de la dosis óptima del coagulante (Repetición 3)

REPETICION 3		
TRATAMIENTO	DOSIS (gr)	TURBIDEZ (NTU)
1	1.0	690.0
2	1.2	403.0
3	1.5	45.8
4	1.7	548.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6, se puede observar que la dosis óptima para la remoción de turbidez es la de 1.5 gr de coagulante a base de semilla de papaya, llegando a obtener una turbidez de 45.8 NTU.

Figura 16:

Dosis óptima del coagulante para la remoción de la turbidez (R-3)



Fuente: Elaboración propia

Figura 16, se visualizar una reducción de la turbidez en la dosis 1.5 gr, siendo la dosis con mejor resultado a comparación de las otras dosis.

4.2.3. Determinación del porcentaje de remoción que tiene la semilla de papaya como coagulante natural.

Tabla 7:

Porcentaje de remoción de la turbidez (Repetición 1)

REPETICION 1			
TRATAMIENTO	DOSIS (gr)	TURBIDEZ (NTU)	REMOCIÓN DE TURBIDEZ (%)
1	1.0	693.0	70.9
2	1.2	404.0	83.0
3	1.5	46.2	98.1
4	1.7	547.0	77.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7, se observa que la dosis optima es de 1.5 gr de coagulante, teniendo en cuenta el análisis de la turbidez inicial, se determina que existe una reducción considerable de una turbidez inicial de 2377 NTU a una turbidez final de 46.2 NTU, obteniendo el mejor porcentaje de remoción del 98.1 % a comparación de las demás dosis empleadas.

Tabla 8:

Porcentaje de remoción de la turbidez (Repetición 2)

REPETICION 2			
TRATAMIENTO	DOSIS (gr)	TURBIDEZ (NTU)	REMOCIÓN DE TURBIDEZ (%)
1	1.0	689.0	70.9
2	1.2	402.0	83.0
3	1.5	43.7	98.2
4	1.7	545.0	77.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8, se observa que la dosis optima es de 1.5 gr de coagulante, teniendo en cuenta el análisis de la turbidez inicial, se determina que existe una reducción considerable de una turbidez inicial de 2369 NTU a una turbidez final de 43.7 NTU, obteniendo el mejor porcentaje de remoción del 98.2 % a comparación de las demás dosis empleadas.

Tabla 9:

Porcentaje de remoción de la turbidez (Repetición 3)

REPETICION 3			
TRATAMIENTO	DOSIS (gr)	TURBIDEZ (NTU)	REMOCIÓN DE TURBIDEZ (%)
1	1.0	690.0	70.9
2	1.2	403.0	83.0
3	1.5	45.8	98.1
4	1.7	548.0	76.9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9, se observa que la dosis optima es de 1.5 gr de coagulante, teniendo en cuenta el análisis de la turbidez inicial, se determina que existe una reducción considerable de una turbidez inicial de 2373 NTU y final de 45.8 NTU, obteniendo el mejor porcentaje de remoción del 98.1 % a comparación de las demás dosis empleadas.

4.3. Discusión de resultados

(Arya, 2018) En su trabajo titulado *“Evaluación de los rendimientos de las coagulaciones de las semillas de papaya para la purificación del agua de río”*. Secaron la semilla bajo la luz solar en un tiempo de 7 días previo a su trituración, se molió en una amoladora creando así un coagulante en polvo para ser almacenado en un recipiente de vidrio desinfectado. Se tamiza la semilla para obtener partículas más pequeñas, que finalmente se usa como coagulante para tratar agua cruda proveniente del río Kollada, se trabajó con las siguientes dosis: 0.2g/l a 1.2 g/l y se sedimentó durante 60 min. Se concluye que la dosis óptima para el tratamiento es de 0.6 g/L, con un tiempo de sedimentación de 30 minutos y una agitación de 80 RPM. Bajo estas condiciones, la turbidez se redujo de 35 NTU a 4.4 UNT. Además, los TDS y SST disminuyeron de 1,610 mg/L a 146 mg/L y de 860 mg/L a 25 mg/L, proporcionalmente. En comparación con la presente investigación en donde se consideró las siguientes concentraciones de coagulante: 1.0 gr/l, 1.2 gr/l, 1.5 gr/l y 1.7gr/lt. Teniendo como dosis óptima una concentración de 1.5 gr./lt con un porcentaje de remoción del 98.2 %. Estos resultados demuestran que la semilla de papaya es altamente eficiente en la remoción de la turbidez de agua.

(Hans, 2018) En su tesis titulada *“El uso de semillas de papaya como coagulante natural para el tratamiento de aguas residuales con agentes colorantes de textiles sintéticos”*. Se obtuvieron semillas del mercado Bandunbg, se lavó la semilla y se dejó secar en el horno a 110 °C durante 10 horas, finalmente se tritura obteniendo así partículas pequeñas y pasar por el tamiz con una malla de 40-50. Se realizó la prueba de jarras para la coagulación y floculación de la muestra de agua, se trabajó



con 1 lt de muestra. Se realizó la medición inicial de la turbidez del agua, seguida de la adición del coagulante en distintas dosis. El proceso incluyó una agitación rápida a 200 RPM durante 60 segundos, una agitación lenta a 60 RPM por 30 minutos y 60 minutos de sedimentación. Posteriormente, se tomó una muestra para analizar la turbidez final del agua. Los resultados muestran que el coagulante natural elaborado a partir de semilla de papaya es efectivo en la disminución de la turbidez, alcanzando una concentración óptima de 0,57 g/L y un porcentaje de remoción del 84,77%. En comparación con la presente investigación empleando también la semilla de papaya como coagulante natural, se empleó la misma metodología para la elaboración del coagulante natural, considerando una agitación rápida de 150 RPM y una agitación lenta de 80 RPM, con un tiempo de sedimentación de 60 minutos, y se obtuvo un porcentaje de remoción de la turbidez de un 98.2 %.

(Gomez & Medina, 2021) En su tesis titulada "Determinación de la capacidad de coagulación de semillas de papaya para la eliminación de turbidez en el tratamiento de aguas superficiales." Se identifica la dosis óptima para la reducción de la turbidez realizando pruebas y así determinar su eficiencia a comparación de coagulantes químicos como el sulfato férrico. Se realizaron pruebas de tratamiento en muestras de agua de río, utilizando dosis de coagulante natural de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 y 0.6 g. En cada prueba se midieron parámetros como la turbidez, los sólidos en suspensión, el pH y el color, con mediciones realizadas tanto antes como después del tratamiento. Esto permitió evaluar la eficacia del coagulante en el progreso de la calidad del agua. Se determina que la dosis óptima de coagulante natural a base de semilla de papaya es de 0.5 g, logrando

una remoción completa de la turbidez, reduciéndola de 170 NTU a 0 NTU. Además, los SST disminuyeron de 138 mg/L a 1 mg/L, el color pasó de 550 Pt/Co a 4 Pt/Co y el pH se ajustó de 9.79 a 7.17. En comparación, con una dosis de 1,58 g de coagulante químico, la turbidez solo se redujo a 2 NTU, los SST a 3 mg/L y el color a 101 Pt/Co. Afirmando lo concluido con los resultados obtenidos en la presente investigación donde se logró una remoción en la turbidez de 2 369 NTU a 45.8 NTU, confirmando que el coagulante natural de semilla de papaya es tan eficiente como un coagulante químico en el tratamiento de aguas residuales, llegando a porcentajes de remoción de la turbidez del 70 % al 100 %.

(Syeda, 2018) En su investigación se estableció la eficiencia de la semilla de papaya para la remoción de la turbidez, se utilizó las siguientes concentraciones de coagulante: (0.2, 0.4 y 0.6 mg/l), el estudio se llevó a cabo utilizando la prueba de jarras, aplicando una agitación rápida de 200 a 250 RPM durante 1 a 3 minutos, seguida de una agitación lenta de 30 a 40 RPM. Posteriormente, se dejó un tiempo de sedimentación de 60 minutos para evaluar la eficacia. En comparación con la presente investigación, se afirma a (Diaz, 2019), que considera a la semilla de papaya como un coagulante de origen vegetal es eficiente en la remoción de la turbidez en porcentajes de remoción mayores 80 %.

(Rivera , 2017) En su tesis "Eficiencia de coagulante natural logrados de yuca y plátano para remover turbidez y Echerichia Coli del riachuelo Santa_Perene_Chanchamayo." Tiene como finalidad evaluar cuan eficiente son los coagulantes en la disminución de la turbidez y Echerichia Coli, primeramente, se prepara el coagulante. Luego se aplica la prueba de jarras. Para el almidón de



yuca es: 3, 8, 12, 16, 20 y 30 mg/L y del plátano es: 65, 90, 130, 140 y 150 mL/L.

El almidón de yuca y el agua de plátano demostraron ser eficaces coagulantes naturales. El almidón de yuca logró reducir la turbidez de 186 a 163 NTU, con una eficiencia del 12.36 %, y redujo la presencia de *Escherichia coli* en un 16.67 %. Por otro lado, al usar una dosis de 3 mg/L de agua de plátano, se logró una reducción del 27.42 % en la turbidez y un notable 98.89 % en la eliminación de *Escherichia coli* con una dosis óptima de 130 mL/L. En comparación con la presente investigación realizada donde se emplea la semilla de papaya como coagulante natural se obtiene un 98.2 % en la remoción de la turbidez, considerando que su turbidez inicial es de 2 369 NTU, logrando reducir a una concentración final de 43.7 NTU. Estos resultados destacan el potencial de ambos coagulantes naturales y su eficiencia en la remoción de la turbidez.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Se concluye que la semilla de papaya como coagulante natural tiene una eficiencia de 98.2 % en la remoción de la turbidez de agua residual de industria textil, a su vez es económicamente rentable. Siendo su turbidez inicial de 2369 NTU, llegando a remover a una turbidez de 43.7

NTU.

SEGUNDA: Se concluye que a poca dosis no existe una buena formación de micro flóculos, por lo tanto, no se tiene una eficiente remoción de la turbidez y a mayor dosis se forma micro flóculos muy pequeños que son difíciles de sedimentar, considerando así que tampoco se tiene una eficiente remoción de la turbidez.

TERCERA: Se concluye que el coagulante en polvo elaborado a partir de la semilla de papaya demuestra ser altamente eficiente en el proceso de coagulación, facilitando la precipitación de coloides y logrando una efectiva remoción de la turbidez del agua.

CUARTA: Se determinó que las cantidades utilizadas de 1.0 gr, 1.2 gr, 1.5 gr y 1.7 gr, la dosis optima obtenida es de 1.5 gr, se obtuvo buenos resultados alcanzando un porcentaje de remoción de 98.2 % en la turbidez, se visualizó una sedimentación rápida a comparación de otras muestras, observando su rápida clarificación y sedimentación de coloides.

RECOMENDACIONES

- PRIMERA:** Se recomienda realizar estudios similares empleando la semilla de papaya como coagulante natural en el tratamiento de agua residual de industria textil considerando además de la turbidez otros parámetros físicos, químicos y microbiológicos.
- SEGUNDA:** Se recomienda realizar más investigaciones en el tratamiento de aguas residuales de industria textil provenientes del procesamiento de la lana de ovino y la alpaca empleando diferentes coagulantes naturales.
- TERCERA:** Se recomienda emplear la semilla de papaya como coagulante natural para el tratamiento de otro tipo de agua, para así poder determinar mejor su eficiencia en la remoción de la turbidez u otros parámetros.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andia , C. (2000). Evaluación de plantas y desarrollo tecnologico. Tratamiento de Agua.
- Arya, J. (2018). Evaluación del desempeño de la purificación de agua de río coagulada con semillas de papaya. India: International Journal of Scientific Engineering and Research.
- Barrenechea, A. (2004). Aspectos fisicos de la calidad de agua.
- Bravo, G. (2017). Coagulantes y floculantes naturales que reducen la turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales.
- Cedeño, & Sacoto. (2019). Tratamiento de aguas residuales de la industria cafetalera utilizando compuestos orgánicos de cáscaras de Musa Paradisiaca y Manhot Esculenta.
- Charaja, W. (2024). La materia orgánica y los sólidos suspendidos totales se eliminan mediante electrocoagulación del agua de lavadoras de lana en el Municipio de Juliaca. Juliaca: Néstor Cáceres Velásquez Universidad de los Andes.
- Choque, M. (2019). Tratamiento de aguas residuales en la industria textil. Arequipa:
- Cuenca, R. (2015). Selección de sistemas de desinfección en proyectos de reutilización de aguas residuales tratadas.
- Díaz, J. (2019). Aplicación de la papaína extraída de las semillas de papaya como coagulante natural en la eliminación de turbidez en plantas de tratamiento de aguas residuales V.E.S. Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología de Liman Sul.
- Garcés, & Peñuela. (2007). Tratamietno de las aguas residuales de una industria textil utilizando colector solar . Universidad de Antioquia.

- Garcia , M. (2010). Guia técnica del cultivo de papaya.
- Garcia, F. (2017). Metodología de la extracción in situ de coagulantes naturales para la clarificación de agua superficial.
- Garcia, M. (2010). Guia tecnica del cultivo de papaya.
- Garcia, M. (2019). El agua.
- Geographic, N. (2019). Surface water.
- Gilpavas, Arbelaez, Medina, & Gomez. (2017). Tratamiento de aguas residuales de la industria textil mediante procesos Fenton mejorados por coagulación química con ultrasonidos de baja frecuencia.
- Gomez , & Medina. (2021). Determinación de la capacidad de coagulación de semillas de papaya para la eliminación de turbidez en el tratamiento de aguas superficiales. Ecuador: Universidad Católica de Santiago Guayaquil.
- Gutierrez , & Garcia. (2022). Evaluación de las técnicas de tratamiento de aguas residuales de industria textil. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo.
- Hans, K. (2018). Utilizar semillas de papaya como coagulante natural para tratar aguas residuales y como colorante para textiles sintéticos. Indonesia: Revista internacional de ciencia, ingeniería y tecnología de la información avanzadas.
- ISA. (2016).
- Lopez, P. (2018). Evaluación de la aplicación del nopal como coagulante natural en el tratamiento de aguas. Lima: Universidad Nacional de la Molina.
- Martinez Garcia, J. (2019). Eliminación y contaminación emergentes en efluentes mediante biomasas lignocelulosicas de bajo costo procedentes de industrias agroalimentarias .



- Ojeda, B. (2012). Determinación de la eficiencia del coagulante de papa y características de floculación en el tratamiento de agua cruda en la planta EPMAPS Puengasi.
- Perez, M., Gil, M., & Gomez, E. (2014). Las aguas residuales regeneradas como recurso para los regatos de demarcación Hidrografica segura España.
- Raffino , M. (2020). Método cuantitativo.
- Rivera , H. (2017). Eficiencia de coagulante natural obtenido de yuca y platano para remover la turbidez y Echeria Coli del riachuelo Santa Perene. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Rojas, S. (2013). Desarrollo de un prototipo de un instrumento nefelometrico para medir turbidez.
- Roman , M. (2017). Evaluación sensorial de frutas de papaya.
- Santamaria, F., Mirafuentes, F., Zavalas , M., & Vasquez, E. (2015). Calidad de frutos de materiales comerciales de papaya toja producidos en Yucatan. Mexico.
- Syeda, A. (2018). Semimllas de carga de papaya efectiva como coagulante y desinfectante solar en la remoción de turbidez y coliformes.
- Villacis. (2011). Estudio de sistema de depuración de aguas residuales para reducir la turbidez.
- .



APÉNDICES



Apéndice 1:
Matriz de Consistencia

EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE NATURAL PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Diseño Metodológico
Problema General: P.G. ¿Cuán eficiente es la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de la turbidez de agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca, 2024? PROBLEMAS ESPECÍFICOS P.E.1. ¿Cuál es la concentración de turbidez del agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca? P.E.2. ¿Cuál es la dosis optima de la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de la turbidez del agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca? P.E.3. ¿Qué porcentaje de remoción tiene la semilla de papaya como coagulante natural en la remoción de la turbidez en agua residual de industria textil de la ciudad de Juliaca?	Objetivo General: O.G. Determinar la eficiencia de la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de la turbidez de agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca. OBJETIVOS ESPECÍFICOS O.E.1. Analizar la concentración de turbidez del agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca O.E.2. Identificar la dosis optima de la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de la turbidez del agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca O.E.3. Determinar el porcentaje de remoción de turbidez que tiene la semilla de papaya como coagulante natural en la remoción de la turbidez en agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca.	Hipótesis General: H.G. La semilla de papaya como coagulante natural es eficiente en la remoción de la turbidez de agua residual de industria textil en la ciudad de Juliaca HIPÓTESIS ESPECÍFICAS H.E.1. El agua residual de industria textil presenta una concentración de turbidez elevada H.E.2. La dosis optima de la semilla de papaya como coagulante natural para la remoción de turbidez de agua es de 0.2g/l a 0.6 g/l. H.E.3. El porcentaje de remoción de la turbidez que tiene la semilla de papaya como coagulante natural en agua residual de industria textil es del 80%.	Tipo y nivel de investigación: El tipo de investigación es aplicativo – experimental – cuantitativo – analítico

Apéndice 2: Otros

Panel fotográfico

Figura 17: Medición de la turbidez inicial con el turbidímetro



Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Medición de la turbidez después del tratamiento



Fuente: Elaboración propia

Figura 19: Secado de la semilla de papaya



Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Moliendo la semilla con la ayuda de un mortero



Fuente: Elaboración propia

Figura 21: Tamizado de la semilla



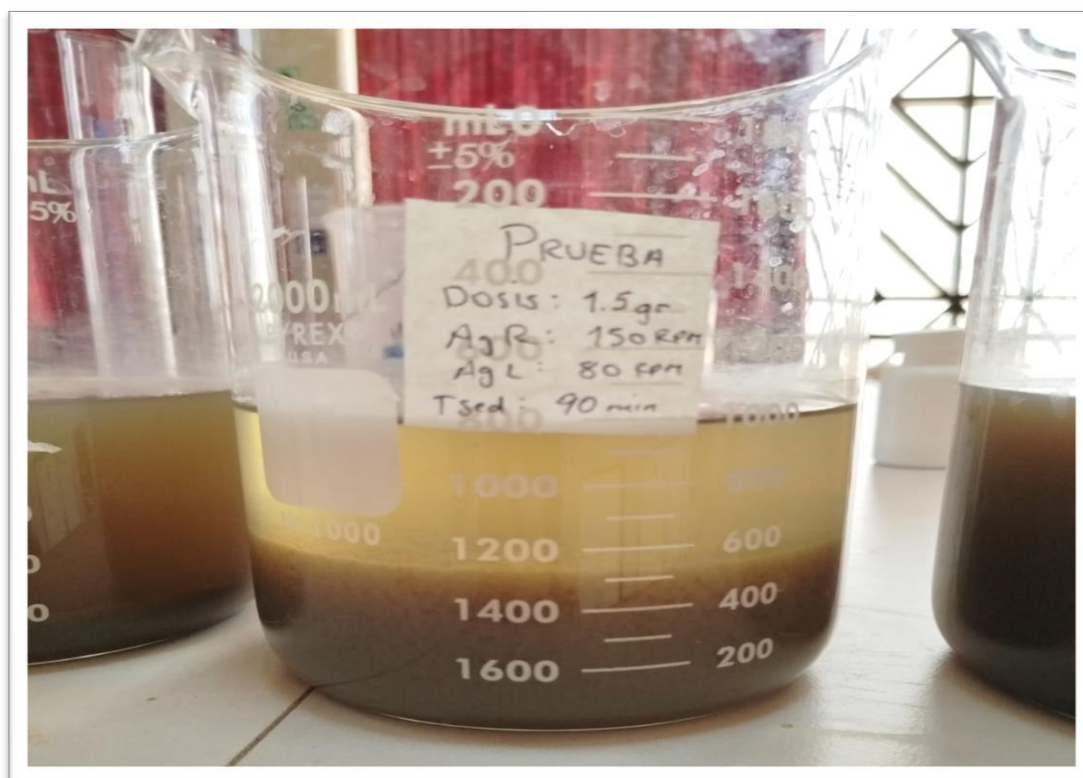
Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Aplicación del coagulante en la prueba de jarras



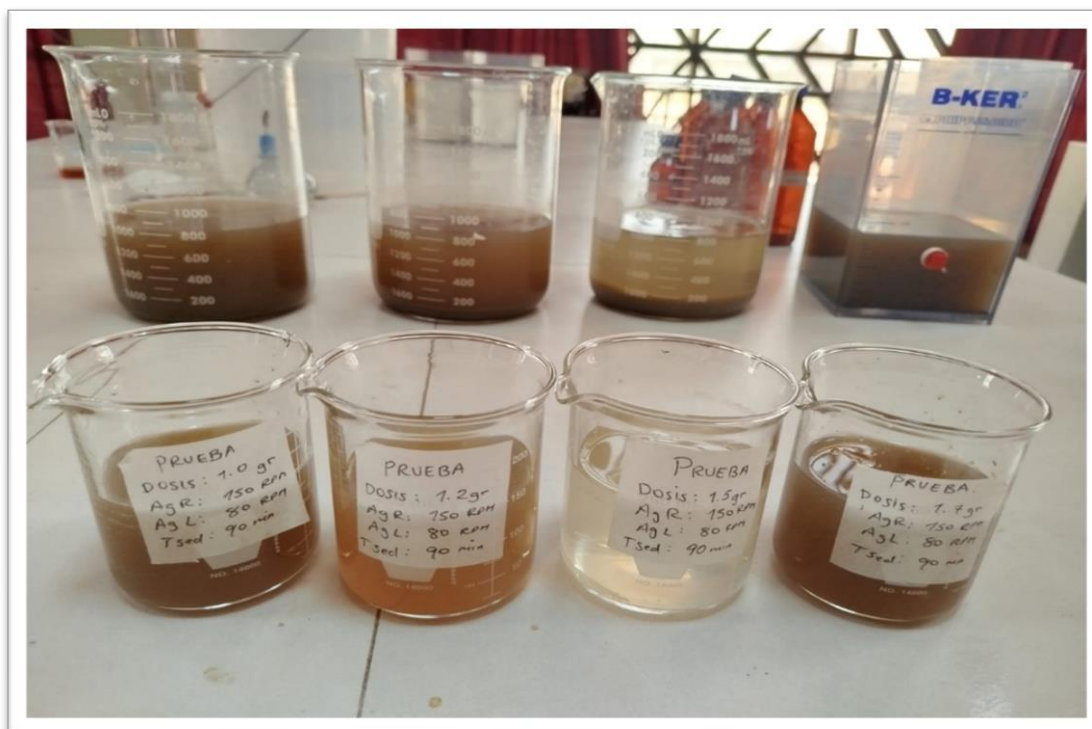
Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Análisis de las dosis eficientes del coagulante



Fuente. Elaboración propia

Figura 24: Toma de muestras para el análisis final de la turbidez



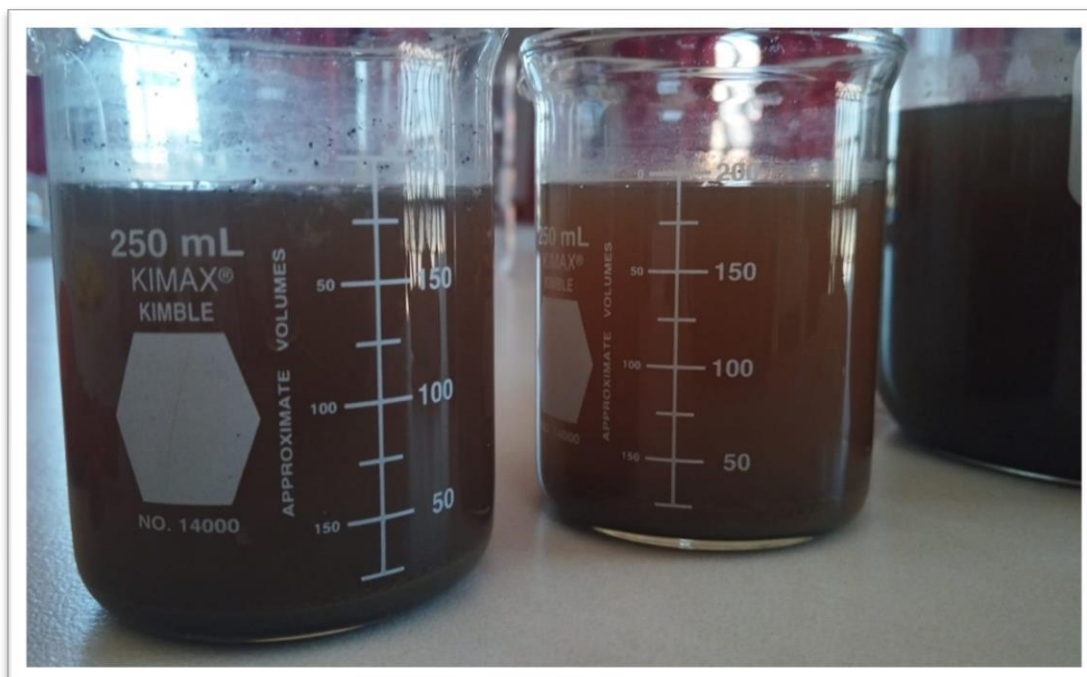
Fuente: Elaboración propia

Figura 25: Visualización de la dosis óptima en las pruebas desarrolladas



Fuente: Elaboración propia

Figura 26: Pruebas realizadas para la determinación de la dosis más eficiente



Fuente: Elaboración propia



RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA111 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Kely Katherin Baez Ortiz
- 1.2. **Proyecto** : EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024.

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas residuales
- 2.2. **Numero de muestras** : 01
- 2.3. **Muestreado por** : Kely Katherin Baez Ortiz
- 2.4. **Fecha de ensayo** : 09/10/2024
- 2.5. **Departamento** : Puno
- 2.6. **Provincia** : San Román
- 2.7. **Distrito** : Juliaca
- 2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha	Hora
M – 1	E: 379781 N: 8286728	08/10/2024	10:00

III. RESULTADOS

N°	Parámetro	Unidad	M – 1
1	Temperatura	°C	14.5
2	pH	-	7.23
3	Turbidez	NTU	2377

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 04 de noviembre del 2024

N°B.:
1



RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

INFORME N° LCA112 - 2024

I. DATOS DEL SERVICIO

1.1. **Solicitante** : Kely Katherin Baez Ortiz

1.2. **Proyecto** : EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE
PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA
TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024.

II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Aguas residuales
2.2. **Numero de muestras** : 01
2.3. **Muestreado por** : Kely Katherin Baez Ortiz
2.4. **Fecha de ensayo** : 15/10/2024
2.5. **Departamento** : Puno
2.6. **Provincia** : San Román
2.7. **Distrito** : Juliaca
2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Coordenadas	Fecha
T	E: 380117.93 N: 8282287.07	14/10/2024

* T: Tratamiento

III. RESULTADOS

Nº	Parámetro	Unidad	T – 1	T – 2	T – 3	T – 4
1	Temperatura	°C	15.2	15.3	15.4	15.4
2	pH	-	7.5	7.6	7.5	7.3
3	Turbidez	NTU	693.0	404.0	46.2	54.7

Nº	Parámetro	Unidad	T – 1	T – 2	T – 3	T – 4
1	Temperatura	°C	15.0	15.0	14.9	14.8
2	pH	-	7.6	7.7	7.5	7.4
3	Turbidez	NTU	689	402	43.7	55.0

Nº	Parámetro	Unidad	T – 1	T – 2	T – 3	T – 4
1	Temperatura	°C	14.7	14.5	14.6	14.8
2	pH	-	7.5	7.7	7.8	7.5
3	Turbidez	NTU	690	403	45.8	58.0

IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 04 de noviembre del 2024

NºB.:
3



ANEXO 1 FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital ☒

Fecha de entrega: 03-12-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: KELY KATHERIN BAEZ ORTIZ

Dirección: Jr. La Playa 260 - SANDIA

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 75843147

Teléfono: 925989230 email: baezkely72@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: _____

Escuela Profesional o Mención: _____

Título o Grado Académico a optar: _____

Asesor: _____

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación ☐ Tesis ☒ Trabajo de Suficiencia Profesional ☐ Trabajo Académico ☐

Título: EFICIENCIA DE LA SEMILLA DE PAPAYA COMO COAGULANTE PARA LA REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ DE AGUA RESIDUAL DE INDUSTRIA TEXTIL EN LA CIUDAD DE JULIACA, 2024

Palabras claves, (3 a 5 términos): TURBIDEZ, COAGULANTE NATURAL, SEMILLA DE PAPAYA, AGUA RESIDUAL

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1, 2}?

Si

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entré otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

☐ Bachiller ☒ Título ☐ 2da Especialidad ☐ Maestría ☐ Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- ☒ Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- ☐ Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- ☐ No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- ☒ Sí autorizo
- ☐ No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción "internacional" o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción "internacional" emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, la opción "internacional" goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral. Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.



Internacional



Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL

Firma de Autor



huella digital

03 DE DICIEMBRE DEL 2025

Fecha