

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“Efectividad del cloruro férrico y el mucílago de la sábila en el
proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal
de pollos, Huánuco 2024”**

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

AUTORA: Villegas Orbezo, Katherinne Juliana

ASESOR: Cajahuanca Torres, Raul

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)****CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:****Área:** Ingeniería, Tecnología**Sub área:** Ingeniería ambiental**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geológica**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): 76859228

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22511841

Grado/Título: Maestro en gestión pública

Código ORCID: 0000-0002-5671-1907

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Tarazona Mirabal, Herman Atilio	Magister en salud pública y gestión sanitaria gestión y planeamiento educativo	22411008	0000-0001-5319-4708
2	Camara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

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 12:00 horas del día 29 del mes de abril del año 2025, 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:

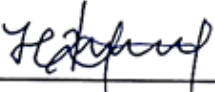
- Mg. Herman Atilio Tarazona Mirabal (Presidente)
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Secretario)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 0782-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTIVIDAD DEL CLORURO FÉRRICO Y EL MUCILAGO DE LA SÁBILA EN EL PROCESO DE COAGULACIÓN DE AGUAS RESIDUALES PROCEDENTES DEL CAMAL DE POLLOS, HUÁNUCO 2024"**, presentado por el (la) Bach. **VILLEGAS ORBEZO, KATHERINNE JULIANA**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

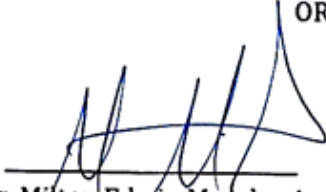
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas; procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

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) **APROBADA**.... Por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **12**..... y cualitativo de **SUFICIENTE**..... (Art. 47)

Siendo las **13:30** horas del día **29** del mes de **ABRIL** del año **2025**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


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


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


Mg. Milton Edwin Morales Aquino
DNI: 44342697
ORCID: 0000-0002-2250-3288
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: KATHERINNE JULIANA VILLEGAS ORBEZO, de la investigación titulada "Efectividad del cloruro férrico y el mucílago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos, Huánuco 2024", con asesor(a) RAÚL CAJAHUANCA TORRES, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2463-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 19 % 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, 06 de marzo de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

138. Villegas Orbezo, Katherinne Juliana.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	5%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.udh.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
3	repositorio.lamolina.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
4	distancia.udh.edu.pe	1%
	Fuente de Internet	
5	repositorio.unac.edu.pe	<1%
	Fuente de Internet	



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mis familiares quienes siempre me apoyaron moralmente para seguir avanzando en mi carrera profesional. Por lo que en señal del cariño y respeto les tengo hacia ellos les dedicó mi investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la universidad, por haberme permitido formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron partícipes de este proceso, gracias a todos ustedes que fueron responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad. Gracias a mis padres, que fueron mis mayores promotores durante este proceso, gracias a Dios, que fue mi principal apoyo y motivador para cada día continuar.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.1. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
1.3. OBJETIVOS.....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	22
2.2. BASES TEORICAS	23
2.2.1. AGUA	23
2.2.2. CONTAMINACIÓN DE AGUA.....	23
2.2.3. AGUAS RESIDUALES	24
2.2.4. ENTIDADES QUE SUPERVISAN Y FISCALIZAN LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES EN EL PERÚ	25

2.2.5. BASE LEGA PRINCIPALES EN EL PERÚ EN CUANTO A LAS AGUAS RESIDUALES	25
2.2.6. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	25
2.2.7. VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES - VMA	26
2.2.8. COAGULACIÓN	26
2.2.9. COAGULANTES	30
2.2.10. CLORURO FÉRRICO.....	30
2.2.11. SÁBILA (ALOE VERA)	31
2.2.12. AGUAS RESIDUALES DE LAS INDUSTRIAS AVÍCOLAS	33
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	33
2.4. HIPÓTESIS.....	35
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL	35
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	35
2.5. VARIABLES.....	36
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE	36
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE.....	36
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	37
CAPÍTULO III.....	39
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	39
3.1.1. ENFOQUE.....	39
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	39
3.1.3. DISEÑO	39
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	41
3.2.1. POBLACIÓN.....	41
3.2.2. MUESTRA	41
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	42
3.3.2. ETAPA DE CAMPO Y FASE METODOLÓGICA.....	42
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	44
3.4.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	44
3.4.2. TÉCNICAS DE PRESENTACIÓN DE DATOS	44

3.5. ÁMBITO GEOGRÁFICO TEMPORAL Y PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
3.5.1. ÁMBITO GEOGRÁFICO.....	44
3.5.2. PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN.....	45
CAPÍTULO IV	46
RESULTADOS	46
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	46
4.1.1. OBTENCIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA	46
4.1.2. RESULTADOS DE LABORATORIO DEL ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA RESIDUALES DE CAMAL DE POLLOS	55
4.1.3. COMPARACIÓN CON EL VMA PARA DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, APROBADO POR EL D.S. N.º 010-2019-MINAM	61
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	66
4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL	67
4.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	70
CAPÍTULO V	72
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	72
5.1. REDUCCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE ESTUDIO DEL AGUA RESIDUAL DE CAMAL DE POLLOS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS	72
CONCLUSIONES	74
RECOMENDACIONES.....	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 LMP para efluentes de una PTAR	26
Tabla 2 Operacionalización de variables, de la investigación titulada: Efectividad del cloruro férrico y el mucílago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos, Huánuco 2024.....	37
Tabla 3 Dosis según tratamiento	40
Tabla 4 Preparación de la concentración de los coagulantes	41
Tabla 5 Número de muestras.....	42
Tabla 6 Ubicación política del lugar donde se realizó la investigación.....	45
Tabla 7 Obtención de la dosis óptima del mucílago de sábila en el agua de camal de pollos a 20 minutos de reposo.....	47
Tabla 8 Obtención de la dosis óptima del mucílago de sábila en el agua de camal de pollos a 24 horas de reposo	49
Tabla 9 Obtención de la dosis óptima del cloruro férrico en el agua de camal de pollos a 20 minutos de reposo	50
Tabla 10 Obtención de la dosis óptima del cloruro férrico en el agua de camal de pollos a 24 horas de reposo	52
Tabla 11 Resultado del análisis del agua de camal de pollos antes de la aplicación de los tratamientos.....	56
Tabla 12 Resultado del análisis del agua de camal de pollos después de la aplicación de los tratamientos.....	57
Tabla 13 Porcentaje de remoción después de la aplicación de los tratamientos	58
Tabla 14 Resumen del procesamiento de datos por tratamiento y parámetro	60
Tabla 15 Prueba de normalidad en las mediciones usando la prueba de Shapiro-Wilk.....	66
Tabla 16 Anova de los parámetros de estudio (DQO y pH).....	67
Tabla 17 Prueba de Kruskal - Wallis de los parámetros de estudio (sólidos suspendidos totales, turbiedad y coliformes totales).....	68
Tabla 18 Obtención de datos en la investigación (fase de campo).....	114
Tabla 19 Determinación del cloruro férrico al 1 %	114

Tabla 20 Determinación del ppm de los insumos (FeCl_3 y sábila)	115
---	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Coagulación.....	27
Figura 2 Proceso de coagulación.....	28
Figura 3 Morfología de la Sábila	32
Figura 4 Diagrama de la hoja de la sábila.....	32
Figura 5 Porcentaje de reducción de turbiedad de las dosis óptimas por coagulante	54
Figura 6 Porcentaje de remoción después de la aplicación de los tratamientos	59
Figura 7 Concentración promedio de DQO por tratamientos en comparación con los VMA.....	61
Figura 8 Concentración promedio de pH por tratamientos en comparación con los VMA.....	62
Figura 9 Concentración promedio de SST por tratamientos en comparación con los VMA.....	63
Figura 10 Concentración promedio de turbiedad por tratamientos	64
Figura 11 Concentración promedio de Coliformes Totales por tratamientos	65
Figura 12 Promedios de los resultados por parámetros de estudio y tratamiento	69

RESUMEN

La tesis tuvo como objetivo general reducir la contaminación del agua residual procedentes de camal de pollos mediante el tratamiento de coagulación con cloruro férrico y mucílago de sábila.

La investigación fue de tipo experimental, puesto que utilizamos dos coagulantes en diferentes dosis y observamos la Turbiedad final del agua residual. La coagulación consiste en aglutinar partículas para tratar de precipitarlas y arrastrar el color que es característico de las aguas contaminadas de camal de pollos. Se comparó el cloruro férrico que es un coagulante químico convencional frente al mucílago de la sábila que es un coagulante natural de origen orgánico, formado básicamente por polisacáridos.

Las muestras consisten en agua del lavado de un camal de pollos que se caracteriza por tener intenso color rojo de la sangre, grasas, plumas, desechos; pero contienen baja turbiedad de arcillas, ya que se utiliza agua potable para el lavado.

El procedimiento utilizado fue una aproximación al ensayo de jarras, puesto que la Universidad no cuenta con el floculador; llegando a los siguientes resultados: el mucílago de sábila no es soluble en forma de polvo y debe usarse directo como gel, el cloruro férrico se utilizó al 1 %. La disminución del DQO con cloruro férrico fue de 23.91% y con mucílago de sábila fue 46.38%; la turbiedad disminuyó con cloruro férrico 83.65% y con mucílago de sábila 80.61%; los coliformes totales disminuyó el 90.05% con cloruro férrico y el 97.67% con mucílago de sábila.

Se concluye que el mucílago es ligeramente mejor coagulante que el cloruro férrico, en cuanto a los parámetros (DQO y Coliformes totales).

Palabras clave: Aguas residuales, mucílago de sábila, cloruro férrico, coagulación, turbiedad.

ABSTRACT

The general objective of the thesis was to reduce the contamination of wastewater from chicken meat through coagulation treatment with ferric chloride and aloe vera mucilage.

The research was experimental, since we used two coagulants in different doses and observed the final turbidity of the wastewater. Coagulation consists of agglutinating particles to try to precipitate them and drag the color that is characteristic of contaminated chicken slaughter water. Ferric chloride, which is a conventional chemical coagulant, was compared to aloe vera mucilage, which is a natural coagulant of organic origin, basically made up of polysaccharides.

The samples consist of water from washing a chicken carcass that is characterized by having an intense red color from blood, fats, feathers, waste; but they contain low clay turbidity, since potable water is used for washing.

The procedure used was an approximation to the jar test, since the University does not have the flocculator; reaching the following results: aloe vera mucilage is not soluble in powder form and must be used directly as a gel, ferric chloride was used at 1%. The decrease in COD with ferric chloride was 23.91% and with aloe mucilage was 46.38%; turbidity decreased with ferric chloride 83.65% and with aloe mucilage 80.61%; Total coliforms decreased by 90.05% with ferric chloride and 97.67% with aloe vera mucilage.

It is concluded that mucilage is a slightly better coagulant than ferric chloride, in terms of the parameters (COD and total coliforms).

Keywords: Sewage, aloe vera mucilage, ferric chloride, coagulation, turbidity.

INTRODUCCIÓN

La investigación Efectividad del cloruro férrico y el mucílago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos, Huánuco 2024. Abarca las siguientes problemáticas:

Las aguas residuales generan efectos negativos en el ambiente, ya que son el principal contaminante de los cuerpos de aguas naturales, ya que sus características naturales de dichas aguas fueron modificadas por la actividad antrópica por lo mismo que requieren un tratamiento antes de ser reusada (descargadas al sistema de alcantarillado o vertidas a un cuerpo natural de agua) por la calidad que presentan (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014).

Por lo general con la contaminación del agua, a largo plazo se genera envenenamiento de la fauna y daños a los ecosistemas, así como problemas a la salud humana. Cuando las aguas residuales llegan a parar a los cuerpos de agua; promueven la proliferación de algas, con el tiempo generan áreas donde formas de vida acuática y peces ya no prospera por la inexistencia de oxígeno (National Geographic, 2010).

A nivel global, mayor al 80 % de las aguas residuales sin ser tratados y/o reutilizadas vuelven fluyen al ecosistema. (Aguas Residuales: Datos Y Usos, 2021).

La problemática es latente, ya que a nivel nacional no se realiza el tratamiento adecuado de las aguas residuales, así mismo la ciudad de Huánuco no cuenta con su planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) por lo que no se realiza ningún tipo de tratamiento previo antes de ser descargadas al río Huallaga, generando con ello un problema de salud pública y medioambiental por la contaminación de río Huallaga.

La depuración o tratamiento de aguas residuales se realiza a través de procesos fisicoquímicos y biológicos para eliminar los contaminantes del agua (Telwesa, 2024).

Por ello la investigación optó por usar coagulantes para tratar el agua residual procedente de camal de pollos, siendo estos los siguientes:

- Cloruro férrico: Es un compuesto químico que suele usarse como coagulante cuando para el tratamiento de aguas residuales (Cloruro Férrico | La Guía de Química, 2014).
- El Aloe vera: Es un género de plantas suculentas, que en su interior contienen una sustancia llamada gel o mucílago, ello se usa en el tratamiento de agua como coagulante, desestabilizador de coloides (Ambientum, 2021).

La problemática también es presenta en la ciudad de Huánuco, ya que se descarga las aguas residuales directamente al sistema de alcantarillado y posteriormente al río Huallaga, ya que no se cuenta con un PTAR, generando con ello contaminación del río Huallaga. Por ello en la investigación se utilizó el cloruro férrico y el mucílago de la sábila como coagulantes para tratar las aguas residuales procedentes del camal de pollos, los resultados se presentan en el capítulo IV.

Lo anterior considerando que las aguas residuales del camal de pollo contienen altas concentraciones de materia orgánica, grasas, sólidos suspendidos, nitrógeno y fósforo. Por lo que también la disposición de estos efluentes sin tratamiento causa un impacto ambiental negativo (Blanco y Mamani, 2014). Cabe considerar que en la actualidad en la ciudad de Huánuco a la fecha existen muchos negocios dedicados a la venta de pollos vivos y beneficiados, la misma que funcionan como camal de pollos, por lo que cabe recalcar que el agua sin tratar de camal de pollos en la actualidad es una problemática ambiental.

La investigación presenta cinco capítulos (Cap. I.- Problema de investigación; Cap. II.- Marco teórico; Cap. III.- Metodología de la investigación; Cap. IV.- Resultados; Cap. V.- Discusión de resultados; Otros).

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

A la alteración de la calidad del agua por la acción antrópica o natural y que en su efecto lo agüe inadecuado para el consumo humano se le conoce como contaminación del agua (Equipo editorial, Etecé, 2020).

Por lo general con la contaminación del agua, a largo plazo se genera envenenamiento de la fauna y daños a los ecosistemas, así como problemas a la salud humana. Cuando las aguas residuales llegan a parar a los cuerpos de agua; promueven la proliferación de algas, con el tiempo generan áreas donde formas de vida acuática y peces ya no prospera por la inexistencia de oxígeno (National Geographic, 2010).

Las aguas residuales son el principal contaminante de los cuerpos de aguas naturales, ya que sus características naturales de dichas aguas fueron modificadas por la actividad antrópica por lo mismo que requieren un tratamiento antes de ser reusada descargadas al sistema de alcantarillado o vertidas a un cuerpo natural de agua. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, 2014).

A nivel global, mayor al 80 % de las aguas residuales sin ser tratados y/o reutilizadas vuelven fluyen al ecosistema. La fuente se encuentra contaminada con heces siendo estas aguas usadas por millones de personal, por lo cual es un riesgo que habitualmente les genera enfermedades como disentería y colera (Aguas Residuales: Datos y Usos, 2021).

El objetivo 6.3 del desarrollo sostenible considera, mejorar la calidad del agua, minimización de los niveles de contaminación, mitigar y suprimir los vertidos de productos químicos y materiales peligrosos, reducir el 50 % de las aguas residuales no tratadas y aumentar la reutilización segura del agua (Aguas Residuales: Datos y Usos, 2021).

Según Yee-Batista (2013) La contaminación del agua en América latina presenta consecuencias ecológicas adversas, ya que es una región con mucha diversidad del mundo y donde se encuentra un tercio de las fuentes de agua a nivel mundial. Por lo que las fuentes contaminadas están cerca al 80% de población que viene en las ciudades y en asentamientos. Así mismo el 70 % de las aguas residuales producidas no son tratadas y están son vertidas directamente a los ríos.

Las aguas residuales de la industria avícola descargadas a un cuerpo receptor sin un previo tratamiento generan un impacto ambiental negativo. Ya que dichas aguas contienen altas concentraciones de sólidos suspendidos, materia orgánica, grasas, fósforo y nitrógeno (Blanco y Mamani, 2014).

En el Perú el 69.65% de la población urbana cuenta con el servicio de alcantarillado. Por lo que de la otra parte sus aguas residuales sin tratamiento son vertidas directamente al río, lagos, quebradas, mar o son usadas para el riego de cultivos. Por tanto, contaminan los cuerpos de agua natural, generando a su vez focos infecciosos para la salud humana (OEFA, 2014).

La problemática es latente ya que a nivel nacional no se realiza el tratamiento adecuado de las aguas residuales, así mismo la ciudad de Huánuco no cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) por lo que no se realiza ningún tipo de tratamiento previo antes de ser descargadas al río Huallaga, generando con ello un problema de salud pública y medio ambiental por la contaminación de río Huallaga.

Cabe considerar que en la actualidad en la ciudad de Huánuco a la fecha existen muchos negocios dedicados a la venta de pollos vivos y beneficiados, la misma que funcionan como camal de pollos, por lo que el agua sin tratar de estos camales de pollos en la actualidad es una problemática ambiental.

Por lo mismo que la ejecución de la investigación fue viable, ya que se utilizó cloruro férrico y mucílago de sábila en el proceso de coagulación de las aguas residuales provenientes de camal de pollos.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuál será la efectividad del cloruro férrico y el mucílago de la sábila en el proceso coagulación para disminuir la contaminación de aguas residuales procedentes del camal de pollos, Huánuco 2024?

1.2.1. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales procedentes del camal de pollos antes y después del uso como coagulante del cloruro férrico en el proceso de coagulación?
- ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales procedentes del camal de pollos antes y después del uso como coagulante del mucílago de la sábila en el proceso de coagulación?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Reducir la contaminación del agua residuales procedentes del camal de pollos mediante el tratamiento de coagulación del cloruro férrico y el mucílago de la sábila.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales procedentes del camal de pollos antes y después del uso del cloruro férrico como coagulante.
- Determinar los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales procedentes del camal de pollos antes y después del uso del mucílago de la sábila como coagulante.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación planteó un diseño experimental, por lo que su ejecución brindo nuevos datos del grado de eficacia del cloruro férrico y mucílago de sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales provenientes de camal de pollos; beneficiando con ello a la población investigadora.

La metodología de la investigación, fue de fácil adaptabilidad, ya que se adicionó coagulantes (cloruro férrico y mucílago de sábila) para mejorar los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales del camal de pollos. La investigación planteó alternativas, de bajo costo que pudieron disminuir los contaminantes de las aguas residuales.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Hoy en día el tiempo es muy relevante por lo que, el tiempo necesario que se invirtió para el desarrollo de la investigación, desde la elaboración, aprobación, ejecución, elaboración del informe final, subsanación de observaciones, hasta la sustentación final, se dieron en los últimos 6 meses.

Los gastos económicos necesarios para la ejecución fueron una limitante en su momento, por lo que se pudo solventar los gastos.

La toma de muestras se realizó correctamente utilizando los EPPS adecuadamente, con la finalidad de resguardar la salud personal.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación fue viable considerando la facilidad de los materiales y equipos que se usaron en la ejecución de la investigación. Así mismo se contó con los recursos humanos necesarios para llevar a cabo la investigación y poder culminarlo.

Además, se tuvo disponibilidad del cloruro férrico y la sábila (*Aloe vera*), para el desarrollo de la investigación, además se contó con distintos antecedentes la misma que hizo posible el capítulo de discusión de resultados, así como mismo cabe indicar que se pudo obtener distintos datos

sobre la efectividad de los coagulantes (cloruro férrico y mucílago de sábila) en las aguas residuales del camal de pollos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Cevallos et al. (2022) en su investigación titulada Evaluación de la eficacia de coagulantes sintéticos y naturales en el tratamiento de aguas residuales generadas en la producción de harina de pescado. La misma tuvo por **objetivo**: Evaluación de la eficiencia de un coagulante natural y sintético en función de la turbiedad. **Metodología**: El estudio fue cualitativo de diseño experimental. Se utilizó mucilago de Aloe vera y pitahaya como coagulante natural, el sintético fue policloruro de aluminio y sulfato de aluminio. Por la alta presencia de grasas en las muestras de agua obtenidas se pre sedimentó sin la adición o intervención de un componente o factor la misma que conllevó a la eliminación de grasas del 92%. **Resultados**: El valor inicial de Turbiedad fue de 1130.67 a 281 NTU, obteniendo porcentajes de remoción para de 75.15%, DQO fue de 5395.70 a 839.35 mg/L, pH fue de 9.21 a 7; Sólidos suspendidos totales fue de 1006.75 a 71.67. La dosis que se utilizó del *Aloe vera* fue de 100 mg/L. **Conclusión**: El estudio garantiza la eliminación de contaminantes del agua utilizando recursos amigables para el ambiente como coagulantes naturales mucilago de Aloe vera y pitahaya.

Azabache et al. (2020) en su investigación titulada Tratamiento del agua residual de un matadero: Eficiencia del proceso de coagulación – floculación Atlántico - Colombia. La misma tuvo por **objetivo**: Evaluación del beneficio y eficacia del tratamiento de coagulación de las aguas residuales de un matadero. **Metodología**: La investigación fue aplicativo de diseño experimental, donde se utilizaron coagulantes (sulfato de aluminio y cloruro férrico al 1%) en 500 ml de muestra de agua, se utilizó la prueba de jarras en velocidad alta de 150 a 300, velocidad baja 37 – 75 r.p.m. Los parámetros iniciales de las muestras de agua fueron:

Turbiedad 537 NTU, pH 6.98, OD 2.11 mg/L, SST 430.6 ppm. **Resultados:** Utilizando 6 ml de sulfato de aluminio a una velocidad de mezcla de 200 r.p.m y un tiempo de sedimentación de 25 minutos, se obtuvo los siguientes resultados: Turbiedad 4.85 NTU, OD 9.16 mg/L, STD 333.6 ppm. Utilizando 2 ml de cloruro férrico a una velocidad de mezcla de 300 r.p.m y un tiempo de 35 minutos de sedimentación, se obtuvo los siguientes resultados: Turbiedad 15.46 NTU, OD 9.45 mg/L, STD 224.7 ppm. **Conclusión:** La dosis óptima del cloruro férrico es de 40 mg/L para el proceso de coagulación.

Roa y León (2018) en su investigación titulada Tratamiento a nivel laboratorio de las aguas residuales de una industria productora de carne de pollo en la ciudad de Bogotá. La misma tuvo por **objetivo:** Reducir los niveles de DQO de las aguas residuales de una avícola productora de carne de pollo, por medio de tratamiento primario y secundario a nivel laboratorio. **Metodología:** La investigación fue aplicativo de diseño experimental. Se planteó tratamientos en 24 horas con 3 coagulantes entre ellos cloruro férrico, por lo que se puede realizar un análisis pre y post tratamiento. **Resultados:** El tratamiento con el coagulante de cloruro férrico presento los siguientes resultados: Turbiedad 140 mg/L y materia orgánica 160 mg/L, DQO 5.30 mg/L, siendo necesario un tratamiento adicional con lodos activados para alcanzar el Límite Máximo Permisible - LMP. **Conclusión:** El tratamiento del agua residual de una industria productora de carne de pollo con lodos activados es relevante, por lo que requiere 5 horas para disminuir la concentración de DQO por debajo del LMP que es de 650 mg/L.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

García y Zeballos (2021) en su investigación que tuvo por **objetivo:** Mejorar el proceso coagulación-floculación usando cloruro férrico para la reducción de contaminantes del agua residual del camal Conchucos S.A. **Metodología:** Fue de tipo aplicada, con diseño experimental, se establecieron 4 dosis de cloruro férrico con una velocidad de agitación rápida de 320 rpm y una lenta de 90 rpm en la prueba de jarras, por lo

que las muestras de agua se analizaron antes y después de la fase experimental. **Resultados:** La dosis optima del cloruro férrico fue 700 mg/L a una velocidad rápida y lenta de 320 y 100 rpm respectivamente, con ello se logró reducir el 50.72 % de DQO, 83.47 % de turbiedad y 44.08% de fósforo total. **Conclusión:** El uso de cloruro férrico en el proceso de coagulación-floculación ayudo a disminuir los parámetros de estudio del agua residual del Camal Conchucos S.A., Lima.

Montenegro (2019) en su investigación que tuvo por **objetivo:** Comparar la eficiencia del mucílago de *Opuntia ficus indica* y de la *Caesalpinia spinosa* en la mejora de la calidad de aguas residuales de camal. **Metodología:** El diseño fue cuasi experimental, se utilizó la prueba de jarras, se obtuvo muestra de 8 litros y se estableció 03 dosis (40, 60 y 80 ml). **Resultados:** Presento mejor eficiencia fue la goma de *Caesalpinia spinosa* en la dosis de 40 ml que redujo un 97.19 % la Turbiedad y la DQO redujo un 60.21 %, puesto que se logró mejorar la calidad del agua residual en estos parámetros. **Conclusión:** De acuerdo a los resultados los coagulantes naturales mostraron efectos positivos en la remoción de Turbiedad.

Córdova (2018) en su investigación la misma que tuvo por **objetivo:** Determinar si la especie *Aloe barbadensis miller* es eficiente en el tratamiento de las aguas residuales del matadero de aves San Francisco. **Metodología:** Fue de tipo aplicada, con diseño experimental, por lo que se obtuvo el coagulante natural a través de diversos procesos, además se utilizó un filtro primario con la finalidad de retirar el material grueso del agua residual. Se realizó 3 muestreos y los parámetros de estudio fueron DBO, SST, DQO, Coliformes totales y Turbiedad. **Resultados:** Se pudo reducir el 99.8 % de Coliformes totales, 99 % de turbiedad, el 91.8 % de SST y el 83.3 % de DQO. **Conclusión:** Que se pudo tratar las aguas residuales del matadero de aves con el mucilago del *Aloe barbadensis miller*.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Herrera (2022) en su investigación que tuvo por **objetivo**: Demostrar el efecto de la Moringa en la depuración de aguas residuales de localidad de Huancapallac. **Metodología**: La investigación fue de tipo aplicativo y de diseño experimental, la población de estudio fue las aguas residuales municipales muestreadas de la localidad de Huancapallac, por lo que se realizó un pre y post análisis de las muestras de agua. **Resultados**: El laboratorio INCODECSA PERU SAC emitió su informe de ensayo antes y después de la aplicación de Moringa (100 ml/L) detallando los siguientes promedios para turbiedad = de 27.135 a 17.82 (NTU), OD = de 1.225 a 4.61 (mg/L), DBO = de 455 a 86.4 (mg/L), conductividad = 470 a 13.24 (Us/cm) y para Ph = de 7.10 a 6.8. **Conclusión**: Se pudo depurar el agua residual de la localidad de Huancapallac con la aplicación de 100ml/L de moringa.

Duran (2021) en su investigación que tuvo por **objetivo**: Evaluar el efecto de penca de tuna con semilla de moringa como coagulante natural para disminuir la Turbiedad del agua en el reservorio de la JASS del Centro Poblado Vichaycoto. **Metodología**: La investigación fue de tipo aplicada con diseño experimental, con muestreo no probabilístico, se establecieron 2 tratamientos con el mucilago de tuna y de la semilla de moringa. Analizando de acuerdo a los parámetros de estudio antes y después de la fase experimental. **Resultados**: Mediante la prueba de jaras utilizando 1,5 g/L de tuna dio los siguientes valores: (pH: 7.3; Turbiedad: de 22.70 a 1.33 disminuyendo un 94.1%) la moringa a 1,5 g/L (pH: de 7.3 a 7.6; Turbiedad: de 22.70 a 7.34 disminuyendo un 67.7%) en combinación de tuna y moringa a 0.75 g/L de cada uno dieron mejores resultados (pH: de 7.3 a 7.6; Turbiedad: de 22.70 a 0.63 reduciendo un 97.2 %). **Conclusión**: Al utilizar los coagulantes juntos (tuna + moringa) logro reducir el 97 % de la turbiedad inicial. Además, se refiere que al utilizar menor cantidad del coagulante de la moringa se obtiene la mayor disminución de la turbidez, siendo lo opuesto para la penca de tuna.

Alvino (2019) en su investigación que tuvo por **objetivo**: Determinar la eficiencia de la electrocoagulación a nivel de laboratorio para el tratamiento de aguas residuales del matadero municipal de Tingo María.

Metodología: La investigación fue de tipo experimental de nivel explicativo y de diseño experimental. Por lo que se aplicó electrodos de sacrificio de aluminio, a través del método de la electrocoagulación.

Resultados: La electrocoagulación utilizando 75 °C, 5 A de intensidad de corriente en 15 minutos, logro reducir el 96.28 % de DBO, el 97.8 % de sólidos totales, 70.2 % de nitratos y el 63.2 % de fosfatos.

Conclusión: El método de la electrocoagulación para tratar las muestras de aguas residuales del matadero municipal de Tingo María fue efectiva en cuanto a los parámetros DBO, Sólidos totales, Nitratos y Fosfatos.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. AGUA

lagua (2020) refiere que es una sustancia que se compone por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H_2O), por lo que se puede presentar en su estado líquido, gaseoso y sólido.

2.2.1.1. CALIDAD DEL AGUA

Es un factor muy importante, ya que el agua al ser de calidad cumple con ciertas características físicas, químicos y biológicas determinadas para satisfacer a sus consumidores o usuario. Por ello para determinar su tratamiento en necesario evaluar los parámetros del agua de acuerdo a su uso (Equipo editorial, Etecé, 2020).

2.2.2. CONTAMINACIÓN DE AGUA

Es su alteración física, química o biológica de su calidad generada naturalmente o por acción antrópica, haciendo que esta no sea apta para el consumo humano (Equipo editorial, Etecé, 2020).

2.2.3. AGUAS RESIDUALES

Son aguas que por su calidad requieren tratamiento, previo a descargadas al sistema de alcantarillado o ser vertidas a un cuerpo de agua, o ser reusadas. Ya que las características originales de estas aguas fueron modificadas por la actividad antrópica (OEFA, 2014).

2.2.3.1. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS

Son aquellas de origen residencial y comercial que contienen desechos físicos, químicos y biológicos, provenientes de la actividad antrópica. Por lo que por su contenido de contaminantes debe ser dispuestas tratadas y dispuestas de manera adecuada (OEFA, 2014).

2.2.3.2. PROBLEMAS ASOCIADOS A LAS AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales generan efectos negativos en el ambiente, ya que son el principal contaminante de los cuerpos de aguas naturales, ya que sus características naturales de dichas aguas fueron modificadas por la actividad antrópica por lo mismo que requieren un tratamiento antes de ser reusada (descargadas al sistema de alcantarillado o vertidas a un cuerpo natural de agua) por la calidad que presentan (OEFA, 2014).

2.2.3.3. MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

Las aguas residuales son vertidas al sistema de alcantarillado de las EPS Saneamiento u otras similares. Estas son vertidas directamente a los cuerpos de agua o terrenos baldíos, por otro pueden ser derivados a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales - PTAR, donde se emplean diversas tecnologías para su tratamiento, ya tratadas estas aguas pueden ser utilizadas en el riego de cultivos, áreas verdes y vertidas en un cuerpo de agua natural OEFA (2014).

2.2.4. ENTIDADES QUE SUPERVISAN Y FISCALIZAN LAS AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES EN EL PERÚ

- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (VIVIENDA).
- Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- Municipalidad Provinciales y Distritales.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS).
- Entidades Prestadoras de Servicios de Saneamiento (EPS Saneamiento).
- Ministerio de Salud (MINSA).

2.2.5. BASE LEGA PRINCIPALES EN EL PERÚ EN CUANTO A LAS AGUAS RESIDUALES

- Ley general del ambiente, Ley N.º 28611.
- Ley de recursos hídricos, Ley N.º 29338.
- D. S. N.º 001-2010-AG, Reglamento de la ley N° 29338.
- D.S. N.º 023-2005-VIVIENDA.
- D.S. N.º 003-2010-MINAM - Decreto supremo que aprueba el LMP para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.
- D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA. Aprueba los VMA para descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.

2.2.6. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La depuración o tratamiento de aguas residuales se realiza a través de procesos fisicoquímicos y biológicos para eliminar los contaminantes del agua (Telwesa, 2024).

El tratamiento de las aguas residuales se realiza en una PTAR, donde se separa la mayor parte de los contaminantes. Por lo que el objetivo tratamiento de estas aguas es producir efluentes reutilizables que no generen contaminación al medio ambiente (Telwesa, 2024).

2.2.6.1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – PTAR

Es una infraestructura donde se realizan los procesos que permiten descontaminar o depurar las aguas residuales (D.S. N.º 003 – 2010 – MINAM).

2.2.6.2. LMP PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

Los límites máximos permisibles - LMP para los efluentes de PTAR, de acuerdo al D.S. N.º 003 – 2010 – MINAM, se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 1

LMP para efluentes de una PTAR

Parámetros	Unidad de medida	LMP de efluentes para vertidos a cuerpos de agua
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
pH	unidad	6.5 – 8.5
STS	mg/L	150
Temperatura	°C	<35

Nota. La tabla 1 muestra el LMP para los efluentes de la PTAR, de acuerdo a cada parámetro (D.S. N.º 003 – 2010 – MINAM).

2.2.7. VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES - VMA

De acuerdo al D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA; que aprueba el Reglamento de los VMA para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario (véase anexo 13).

2.2.8. COAGULACIÓN

Es un proceso donde se adiciona un coagulante al agua, para desestabilizar las partículas suspendidas y promover la formación de flóculos (Sela, 2018).

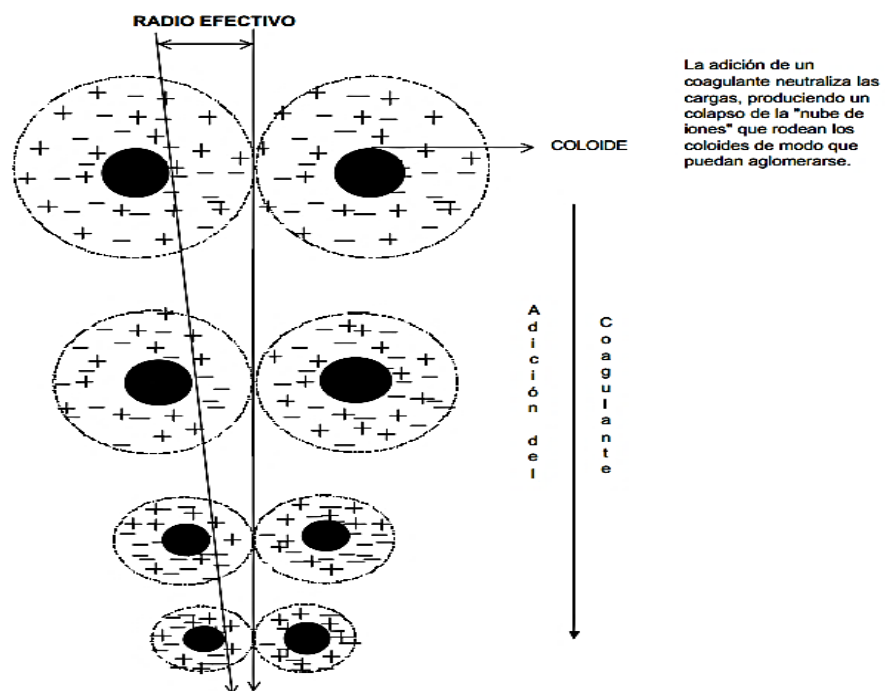
2.2.8.1. LOS MECANISMOS DE COAGULACIÓN

Sela (2018) refiere lo siguiente:

- **Compresión de la doble capa:** Puede ocurrir cuando se introducen electrolitos y las partículas se acercan entre sí.
- **Adsorción electrostática:** Neutralización de la carga superficial del coloide, ocurre cuando se adiciona introducen coagulantes inorgánicos.
- **Adsorción y puente:** Se produce la formación de flóculos más grandes. A través de la adición de un coagulante o sintético.
- **Precipitación:** Se genera cuando se adiciona una dosis alta de coagulante. Las partículas coloidales quedan atrapadas en el precipitante a medida que sedimenta y se asientan con él.

Figura 1

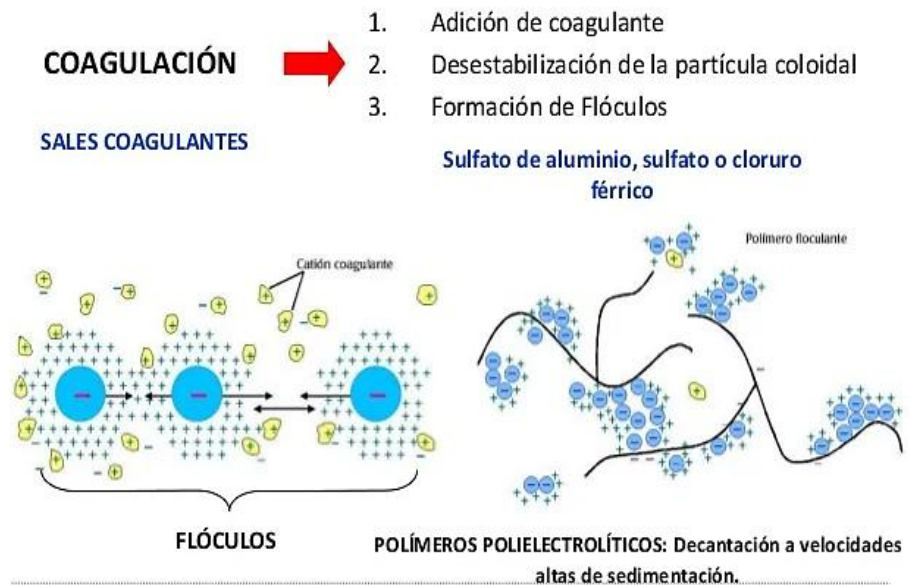
Coagulación



Nota. La figura 1 muestra el proceso de coagulación en el agua (Andia et al, n.d.).

Figura 2

Proceso de coagulación



Nota. La figura 2 muestra el proceso de coagulación en el agua (Telwesa, 2024).

2.2.8.2. FACTORES QUE INFLUENCIAN LA COAGULACIÓN

Prueba de Jarras (2021) refiere lo siguiente:

- **Turbiedad:** Es la medida de sólidos suspendidos en una muestra de agua, a mayor turbiedad será necesario mayor cantidad de la dosis del coagulante a utilizar.
- **Tamaño de las partículas:** Si las partículas coloidales son muy grandes se dificulta la formación del flóculo y si son muy pequeñas se requiere la adición de mayor cantidad de coagulante.
- **Agitación y mezcla:** El proceso es eficiente por la correcta agitación de la mezcla del coagulante en el agua, la intensidad y tiempo de mezcla determinan la distribución adecuada de coagulante.
- **Temperatura del agua:** La densidad del agua se ve afectada por la temperatura, por lo que un aumento en ello genera que la coagulación sea lenta ya sea en temperaturas elevadas o bajas se dificulta la sedimentación del flóculo.

- **PH:** Influyente en la coagulación, ya que si se realiza fuera del rango de pH se reduce la solubilidad del coagulante, por lo que requerirá una mayor cantidad del mismo.
- **Dosis del coagulante:** La dosis óptima de coagulante se determina mediante test de jarras. Es importante considerar que en dosis muy altas de coagulante se generan gran cantidad de flóculos pequeños que se tardan demasiado en sedimentar y en cantidades pequeña de coagulante la formación de flóculos es mínima.

2.2.8.3. ETAPAS O FASES DE LA COAGULACIÓN

Andia et al. (n.d.). El proceso de coagulación se realiza en un corto tiempo, por lo que en ese instante se realiza distintas etapas:

- Hidrólisis de los coagulantes y desestabilización de las partículas en suspensión.
- Formación de compuestos químicos poliméricos.
- Adsorción de cadenas poliméricas por los coloides.
- Adsorción mutua de coloides.
- Acción de barrido.

2.2.8.4. TIPOS DE COAGULACIÓN

- **Coagulación por adsorción:** Se da cuando el coagulante es agregado al agua turbia (por lo que el componente soluble del coagulante es absorbido por los coloides y se forman los flóculos de manera instantánea (Andia et al, n.d.).
- **Coagulación por Barrido:** Este tipo de coagulación se da cuando el agua tiene baja turbiedad, en este caso las partículas son entrampadas al generarse sobresaturación de ´precipitado de cloruro férrico o sulfato de aluminio.

2.2.9. COAGULANTES

Son sustancias artificiales o naturales, que utilizadas en dosis adecuadas en muestras de agua que presentan altos niveles de turbiedad (partículas en suspensión), generan el crecimiento de coágulos el mismo que forman los flóculos que se sedimentan con el tiempo (García-Fayos et al, n.d.).

2.2.9.1. TIPOS DE COAGULANTES

- a) Coagulantes inorgánicos:** Son el sulfato de aluminio, sulfato de hierro, por lo que son sales metálicas. Cuando se adicionan a una muestra de agua reaccionan con su alcalinidad e hidratan para formar un hidróxido de metal (Sela, 2018).
- b) Coagulantes sintéticos:** Aditivo líquido de carácter inorgánico u orgánico. Es un coagulante muy eficiente, siendo mayor a otros coagulantes orgánicos como sulfato de aluminio, cloruro férrico o policloruro de aluminio (Arnao, 2023).
- c) Coagulantes naturales:** La ventaja de estos coagulantes que generan menos lodo que los coagulantes inorgánicos, y no afecta el pH del agua tratada, siendo más eficientes, ya son polímeros catiónicos de alto peso molecular (Sela, 2018).

Estos coagulantes se pueden encontrar en ciertas plantas como en el polvo de las semillas de la Moringa, polvo de la pepa de durazno, penca de tuna, habas entre otras (Okuda et al, 2001) citado por (Fernando, 2011).

2.2.10. CLORURO FÉRRICO

También llamado como tricloruro de hierro (FeCl_3), es un compuesto químico conocidos como haluros de metales (Cloruro férrico la guía de química, 2014).

Este compuesto se hidroliza cuando se disuelve en agua, por lo que genera una reacción exotérmica, generando una solución de carácter ácido y corrosivo de tono marrón que se utiliza como coagulante

en el tratamiento de aguas residuales con la finalidad de potabilizarlo (Cloruro férrico la guía de química, 2014).

2.2.10.1. CLORURO FÉRRICO COMO COAGULANTE

Se usa como coagulante en el tratamiento de aguas residuales, en una solución del 40 %. Para la clarificación del agua se utiliza de 5 a 150 g/m³ de cloruro férrico (FeCl₃) comercial. Y en el tratamiento de aguas residuales de 100 a 500 g/m³ (Coagulación y floculación del agua Degrémont, n.d.).

2.2.11. SÁBILA (ALOE VERA)

Es un género de plantas suculentas. Su tallo puede medir de 30 a 40 cm, sus hojas de 50 a 70 cm con bordes espinosos, produce flores amarillas tubulares. Es una planta que puede vivir en lugares áridos con poca agua, por lo que puede almacenar agua en sus tejidos (Ambientum, 2021).

2.2.11.1. TAXONOMÍA

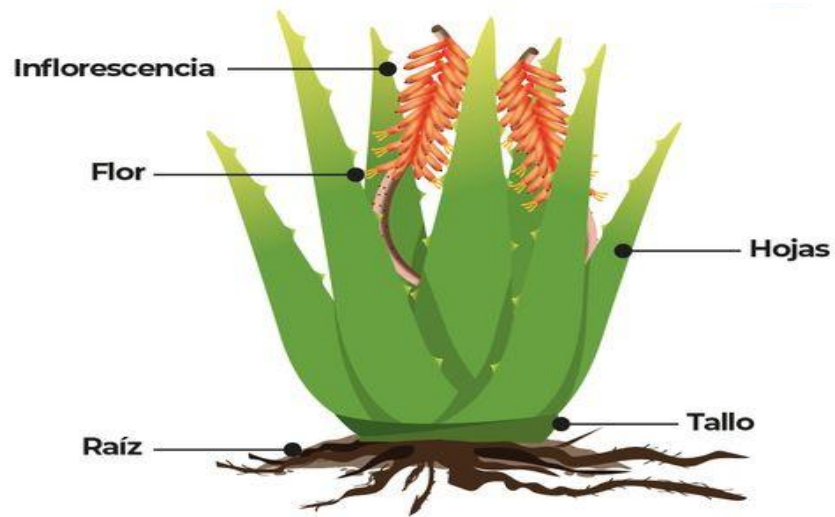
Según (de, 2004) refiere lo siguiente:

- Reino: Plantae.
- División: Magnoliophyta.
- Clase: Liliopsida.
- Familia: Asphodelaceae.
- Especie: *Aloe vera*.

Figura 3

Morfología de la Sábila

Sábila Morfología

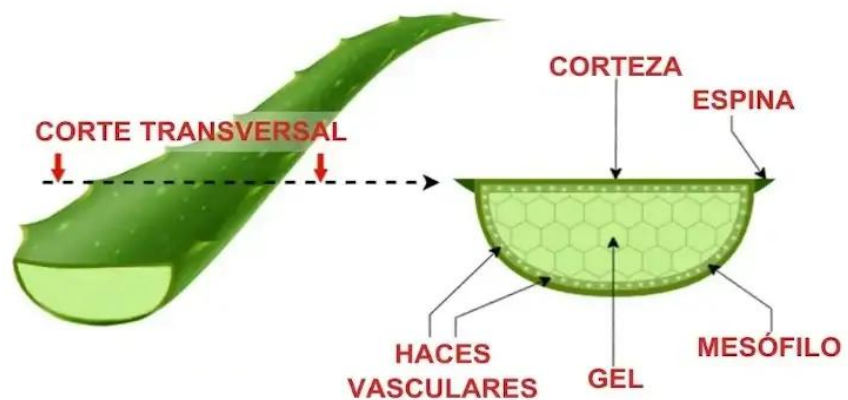


Nota. La figura 3 muestra las partes de la sábila (Agrokrebs, 2021).

Figura 4

Diagrama de la hoja de la sábila

DIAGRAMA DE UNA HOJA DE ALOE VERA



Nota. La figura 4 muestra el diagrama de la hoja de sábila (Lindow, 2022).

2.2.11.2. ALOE VERA COMO COAGULANTE NATURAL

El Aloe vera en su interior contienen una sustancia llamada gel o mucílago. En distintas investigaciones se logró identificar muchos compuestos, como polisacáridos que contienen glucosa, galactosa, manosa y el polisacárido mucilaginoso. Utilizado como coagulante (desestabilizador de coloides) en el tratamiento de agua (Ambientum, 2021).

2.2.12. AGUAS RESIDUALES DE LAS INDUSTRIAS AVÍCOLAS

Las aguas residuales de la industria avícola descargadas a un cuerpo receptor sin un previo tratamiento generan un impacto ambiental negativo. Ya que dichas aguas contienen altas concentraciones de sólidos suspendidos, materia orgánica, grasas, fósforo y nitrógeno (Blanco y Mamani, 2014).

Estas aguas fueron asociados a impactos ambientales que contaminan el agua, por lo que generan la reducción de oxígeno, acumulación de lodos, aumento de turbiedad, generación de olores y gases fétidos, destrucción de la fauna y flora. Por lo que transmiten enfermedades infecciosas al ser humano (Blanco y Mamani, 2014).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Aguas residuales:** Son aguas que por su calidad requieren tratamiento, previo a descargadas al sistema de alcantarillado o ser vertidas a un cuerpo de agua, o ser reusadas. Ya que las características originales de estas aguas fueron modificadas por la actividad antrópica (OEFA, 2014).
- **Aguas residuales municipales:** Son las aguas residuales domésticas mezcladas con aguas residuales de origen industrial o con aguas de drenaje pluvial recolectadas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado (R. J. N.º 010 – 2016 – ANA).

- **Parámetro de calidad:** indicadores, sustancias, elementos, compuestos y propiedades químicas, físicas y biológicas de interés para determinar la calidad del agua (R. J. N.º 010 – 2016 – ANA).
- **DBO (demanda bioquímica de oxígeno):** Nivel de oxígeno requerido por microorganismos que estabilizan la materia orgánica en condiciones de temperatura y tiempo específicos (R. J. N.º 010 – 2016 – ANA).
- **Sólidos Suspendidos Totales:** Se considera al material particulado suspendido en las corrientes de agua residual o superficial (CAN, 2005).
- **Turbiedad:** Es la medida de sólidos suspendidos en una muestra de agua, a mayor turbiedad será necesario mayor cantidad de la dosis del coagulante a utilizar (Prueba de Jarras, 2021).
- **Muestra puntual:** Muestra recolectada al azar de la descarga de agua residual no doméstica, que se utiliza para evaluar los parámetros del anexo N.º 1 y N.º 2 (D. S. N.º 010-2019-VIVIENDA).
- **Coagulación:** Es un proceso donde se adiciona un coagulante al agua, para desestabilizar las partículas suspendidas y promover la formación de flóculos (Sela, 2018).
- **Mucílago de sábila:** El Aloe vera en su interior contiene una sustancia llamada gel o mucílago. En distintas investigaciones se logró identificar muchos compuestos, como polisacáridos que contienen glucosa, galactosa, manosa y el polisacárido mucilaginoso. Utilizado como coagulante (desestabilizador de coloides) en el tratamiento de agua (Ambientum, 2021).
- **Cloruro férrico:** También llamado como tricloruro de hierro (FeCl_3), es un compuesto químico conocidos como haluros de metales (Cloruro férrico la guía de química, 2014).
- **Valores Máximos Admisibles (VMA):** Son las concentraciones de los parámetros contenidos en las descargas de las aguas residuales no domésticas y que influyen de manera negativa en el proceso de

tratamientos de las aguas residuales, al exceder los valores establecidos (D. S. N.º 010-2019-VIVIENDA).

- **Floculación:** Proceso químico donde se aglutinan las sustancias presentes en el agua, permitiendo su decantación y filtración, lo cual se genera por la adición de floculantes (Artedínamico, 2022).
- **La demanda química de oxígeno (DQO):** Es una sustancia orgánica e inorgánica susceptible de ser oxidada, por lo que se expresa en mg/l O₂ (Demanda química de oxígeno, 2019).
- **Coagulantes:** Son sustancias artificiales o naturales, que utilizadas en dosis adecuadas en muestras de agua que presentan altos niveles de turbiedad (partículas en suspensión), generan el crecimiento de coágulos el mismo que forman los flóculos que se sedimentan con el tiempo (García-Fayos et al, n.d.).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

- **Ha:** El mucílago de sábila es mejor coagulante que el cloruro férrico para el proceso de coagulación del agua residual procedente de camal de pollos.
- **H0:** El mucílago de sábila no es mejor coagulante que el cloruro férrico para el proceso de coagulación del agua residual procedente de camal de pollos.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- **HE:** Los parámetros indicadores del proceso de coagulación del agua residual de camal de pollos, disminuyen después del tratamiento con cloruro férrico y con el mucílago de sábila.
- **HE0:** Los parámetros indicadores del proceso de coagulación del agua residual de camal de pollos, no disminuyen después del tratamiento con cloruro férrico y con el mucílago de sábila.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Coagulación con: Cloruro férrico y mucílago de sábila.

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

- Agua residual contaminada.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2

Operacionalización de variables, de la investigación titulada: Efectividad del cloruro férrico y el mucílago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos, Huánuco 2024

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos
Independiente: Coagulación con: Cloruro férrico y mucílago de sábila	• Coagulación: Es un proceso donde se adiciona un coagulante al agua, para desestabilizar las partículas suspendidas y promover la formación de flóculos (Sela, 2018). • Cloruro férrico: También llamado como tricloruro de hierro (FeCl_3), es un compuesto químico conocidos como haluros de metales (Cloruro férrico la guía de química, 2014). • Mucílago de sábila: El Aloe vera en su interior contiene una sustancia llamada gel o mucílago. En distintas investigaciones se logró identificar muchos compuestos, como polisacáridos que contienen glucosa, galactosa, manosa y el polisacárido mucilaginoso. Utilizado como coagulante (desestabilizador de coloides) en el tratamiento de agua (Ambientum, 2021).	El cloruro férrico y el mucílago de sábila, se usaron como coagulantes para mejorar los parámetros físico químicos de las aguas residuales del camal de pollos.	Parámetros físicos	Característica físico químicas de los coagulantes: pureza, composición, aspecto	Ppm, %, Und.	Ficha de campo y Análisis de Laboratorio
				Dosificación óptima de los coagulantes	Ppm, %	
	• Agua residual: Son aguas que por su calidad requieren tratamiento, previo a descargadas al	Los parámetros físicoquímicos del		Turbiedad	NTU	Análisis de Laboratorio

Dependiente: Agua residual contaminada	sistema de alcantarillado o ser vertidas a un cuerpo de agua, o ser reusadas. Ya que las características originales de estas aguas fueron modificadas por la actividad antrópica (OEFA, 2014).	agua residual del camal de pollos se determinaron antes y después de la aplicación de dosis de los coagulantes (cloruro férrico y mucílago de sábila).	Parámetros físicoquímicos y microbiológicos
	• Aguas residuales de las industrias avícolas: Las aguas residuales de la industria avícola descargadas a un cuerpo receptor sin un previo tratamiento generan un impacto ambiental negativo. Ya que dichas aguas contienen altas concentraciones de sólidos suspendidos, materia orgánica, grasas, fósforo y nitrógeno (Blanco y Mamani, 2014).		

Color	UFC/100 ml
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L
pH	Unidad de pH
DQO	mg/L
Coliformes Totales	Bacterias/ml

Nota. La tabla 2, muestra la operacionalización de las variables del proyecto de investigación de acuerdo a los parámetros de estudio.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación según (Supo, 2018) fue de tipo:

- Experimental: Ya que se manipuló las variables (mediante la aplicación de los tratamientos) con las que se buscó los resultados.
- Prospectivo: Porque se recolectó datos primarios necesarios y puntuales para el desarrollo de la investigación.
- Longitudinal: Ya que la variable de estudio se midió más de una vez, con la finalidad de realizar comparaciones (antes – después) de la fase experimental.
- Analítico: Porque el estudio fue bivariado, ya que contó con variable independiente y dependiente.

3.1.1. ENFOQUE

La investigación fue de enfoque cuantitativo, porque se recolectó datos en dos tiempos (antes – después) de la fase experimental o de la aplicación de tratamientos.

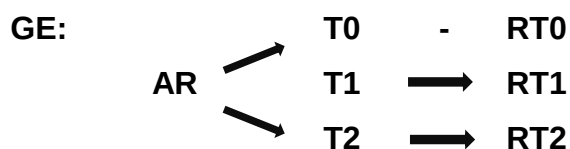
3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación tuvo un nivel explicativo; ya que se determinó la relación entre variables (Supo, 2018) indica que en el respectivo nivel se encuentran los estudios experimentales, por lo que se centró en explicar la relación de las variables.

3.1.3. DISEÑO

Según Supo (2018) la investigación fue de diseño experimental. Pero a nivel de cuasi experimento, ya que se intervino manipulando

controlada mente las variables, así mismo se aplicó una prueba antes y después del experimento a un solo grupo.



Donde:

- **GE:** Grupo experimental.
- **AR:** Aguas residuales.
- **T0:** T0 (Agua residual de camal de pollos – Sin intervención).
- **T1:** Tratamiento 1 (Cloruro férrico).
- **T2:** Tratamiento 2 (Mucílago de Sábila).
- **RT0:** Resultado T0.
- **RT1:** Resultados T1.
- **RT2:** Resultados T2.

Tabla 3

Dosis según tratamiento

Dosis	Vol. dosis T1 (ml/L)	Vol. dosis T2 (ml/L)	T.	Aplicación de dosis	Resultados
1	0.3	0.3	T1 y T2	Cloruro férrico o Mucílago de Sábila	RT1, RT2
2	0.9	0.9	T1 y T2	Cloruro férrico o Mucílago de Sábila	RT1, RT2
3	1	1	T1 y T2	Cloruro férrico o Mucílago de Sábila	RT1, RT2
4	1.5	1.5	T1 y T2	Cloruro férrico o Mucílago de Sábila	RT1, RT2
5	1.8	1.8	T1 y T2	Cloruro férrico o Mucílago de Sábila	RT1, RT2
6	2	2	T1 y T2	Cloruro férrico o Mucílago de Sábila	RT1, RT2
7	3	3	T1 y T2	Cloruro férrico o Mucílago de Sábila	RT1, RT2
8	4	4	T1 y T2	Cloruro férrico o Mucílago de Sábila	RT1, RT2
9	6	6	T1 y T2	Cloruro férrico o Mucílago de Sábila	RT1, RT2

10	8	8	T1 y T2	Cloruro férrico o Mucílago de Sábila	RT1, RT2
11	10	10	T1 y T2	Cloruro férrico o Mucílago de Sábila	RT1, RT2

Nota. La tabla 3, muestra el diseño de la investigación según las dosis a aplicada por tratamiento.

Tabla 4

Preparación de la concentración de los coagulantes

Tratamiento	Concentración	Unidad
T1 (Cloruro férrico)	300, 900, 1000, 1500,	Ppm/L
T2 (Mucílago de Sábila)	2000, 3000, 4000, 6000, 8000 y 10000	Ppm/L

Nota. La tabla 4, muestra la concentración de los coagulantes.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Aguas residuales recolectadas de un camal de pollos de la ciudad de Huánuco, que descargan directamente al sistema de alcantarillado.

3.2.2. MUESTRA

Las muestras fueron las que se recolectaron de un punto de descarga de aguas residuales procedente de un camal de pollos en la ciudad de Huánuco, por lo que se realizó un muestreo continuo del mismo punto. La muestra fue equivalente a 40 L., de donde se mandó a laboratorio 600 ml, las que fueron analizados antes de la aplicación de los tratamientos (la cual se considerará como P1), y después de la aplicación de los tratamientos (T1 y T2), por tanto, se sacaron 2 muestras por tratamiento (por lo que fueron 2 repeticiones por dosis), estas fueron enviados a laboratorio. Después de la aplicación del T1 y T2, para la recolección de muestras se consideró como P2.

Tabla 5

Número de muestras

Puntos de muestreo	Numero de muestras	Volumen de muestras	Muestra compleja	Volumen de muestra compuesta	Total, de muestra
P1	01	40 L	1	40 L	1
P2	6	600 ml	6	3.6 L	6

Nota. La tabla 5, detalla el número de muestras recolectadas y su volumen por punto de muestreo.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

- **Fichaje y análisis de contenido:** Se revisó antecedentes bibliográficos (internacionales, nacionales y locales) que nos brindaron datos necesarios para la elaboración de la presente.

3.3.2. ETAPA DE CAMPO Y FASE METODOLÓGICA

La etapa de campo comprendido la ejecución del proyecto de investigación, por lo que comprende lo siguiente:

- Ubicación de los puntos de muestreo:** Se identificó el P1, ya que el punto (P2) se encontró en el ambiente controlado (Laboratorio de biotecnología de la UDH).
- Apuntes en las fichas de campo:** Se registró el punto de monitoreo 1 y 2, en la cadena de custodia según correspondió (véase anexo 6.2).
- Recolección de muestra 1:** Se recolectó una muestra continua de 40 L del P1, para toda la fase experimental del conjunto se separó un litro aproximadamente para el análisis inicial.
- Obtención de los materiales e insumos:** Se contó con todos los materiales e insumos necesarios como (bidones, baldes, sábila, cloruro férrico, tubos, entre otros) para mayor detalle véase anexo (8.1, 10 y 15.1).
- Obtención del polvo de sábila:** El mucílago se obtuvo a partir de las pencas de sábila, se realizó (pelado, trozado, secado, triturado y tamizado).

f) Preparación de las dosis: Se preparó las dosis de acuerdo a las necesidades del estudio, por tanto, se realizaron de acuerdo a la tabla 3, 4, 6, 7, 8 y 9. Así mismo para mayor detalle revise dichas tablas y los anexos (9.1, 12, 15.2, 16).

g) Aplicación de los tratamientos: Ya obtenida las muestras se aplicaron los tratamientos (T1: Cloruro Férrico y T2: Mucílago de sábila) y las dosis respectivas según la tabla 3, estas dosis aplicadas se realizaron para la obtención de la dosis óptima la misma que se presenta en la tabla 7, posterior se realizó su aplicación y el análisis de las muestras en dos tiempos estos resultados se presentan en la tabla 9, 10 y 11.

h) Consideraciones previo a la aplicación de dosis:

- Prueba de jarras, la aplicación de los tratamientos se realizó en las instalaciones del laboratorio de biotecnología de la UDH, las pruebas de jarras se realizaron manualmente, y siguió la siguiente secuencia: Se aplica la dosis a utilizar, y con una barrilla se realizó una mezcla rápida a una velocidad constante por 01 minuto, y una mezcla lenta a una velocidad constante por 10 minutos, posterior se dejó reposar por 20 minutos y 24 horas en ambos tiempos se tomaron los datos estos se presentan en la tabla 7, para mayor detalle revise dicha tabla así como los anexo 11, 12, 15.2 y 16.5.

i) Recolección de muestra 2: Una vez culminado con la prueba de jarra se recolectaron las muestras del P2 (del laboratorio de microbiología de la UDH) de acuerdo a la tabla 5 y de acuerdo a lo recomendado por el laboratorio.

j) Análisis de laboratorio: Las muestras ya etiquetadas fueron analizadas evaluando los parámetros de estudio dichos resultados se presentan en la tabla 9, 10, 11 y anexos 16, 17 y 18 para mayor detalle revísese los mismos.

Los cálculos realizados en el laboratorio en esta fase metodológica se presentan en el anexo 17, para mayor detalle véase el mismo:

k) Resultados: Ambos resultados antes y después de la aplicación de los tratamientos fueron interpretados y comparados con los Valores Máximos Admisibles (véase tabla 9, 10, 11, anexos 13,14, y 18).

3.3.2.1. EQUIPOS, MATERIALES Y OTRAS INDUMENTARIAS NECESARIAS PARA LA TOMA DE MUESTRA

- a)** Materiales y Equipos: Cámara fotográfica, GPS, frascos de vidrio con cierre hermético, bidones o baldes con tapa hermética, piseta, otros.
- b)** EPP: Guantes de jebe, guantes descartables, mascarilla, botas, guardapolvo, lentes, otros.
- c)** Otros: Tablero, plumones, adhesivos, cooler, balde, embudos, fichas de registro cadena de custodia, etiquetas.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos cuantitativos se obtuvieron de los resultados de laboratorio, las mismas que fueron procesados en tablas y gráficos mediante los programas SPSS y Excel.

3.4.2. TÉCNICAS DE PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos cuantitativos se presentan en tablas y en forma gráfica, junto a sus descripciones correspondientes.

3.5. ÁMBITO GEOGRÁFICO TEMPORAL Y PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. ÁMBITO GEOGRÁFICO

La investigación de acuerdo al muestreo de agua, se llevó a cabo en la ciudad de Huánuco.

Tabla 6*Ubicación política del lugar donde se realizó la investigación*

Ubicación política	
Región	
Provincia	Huánuco
Distrito	
Lugar	Jr. Ayacucho Cdra. 2 - Huánuco
Coordenadas UTM – WGS- 84	
Este	364082.42 m
Norte	8902122.77 m
Altitud	1900 m.s.n.m.

Nota. La tabla 6, muestra la ubicación y coordenadas utm del lugar donde se realizó la investigación.

3.5.2. PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN

- **Periodo del desarrollo de investigación:** Se consideró el tiempo que conllevó la aprobación del proyecto de investigación, hasta la sustentación de la presente (informe final de tesis), la misma que desarrollo en estos últimos 6 meses.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

El análisis de la dosis óptima y el análisis del agua antes y después de la aplicación de los tratamientos, de acuerdo a los resultados del laboratorio, así como la comparación con el ECA y/o LMP respectivo, junto con sus interpretaciones de los mismos se muestran en el presente capítulo, ello de acuerdo al objetivo general de la investigación: Reducir la contaminación del agua residual procedente del camal de pollos mediante el tratamiento de coagulación del cloruro férrico y el mucílago de la sábila.

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. OBTENCIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA

Para la obtención de la dosis óptima se aplicaron los tratamientos (T1: Cloruro Férrico y T2: Mucílago de sábila) y las dosis respectivas según la tabla 3, y posterior a ello se realizó la prueba de jarras que consistió en la aplicación de la dosis a utilizar de acuerdo a la tabla 3, y con una barrilla se realizó una mezcla rápida a una velocidad constante por 01 minuto, y una mezcla lenta a una velocidad constante por 10 minutos, posterior se dejó reposar por 20 minutos y 24 horas en ambos tiempos se tomaron los datos estos se presentan en la siguiente tabla, así mismo para mayor detalle del procedimiento revísese los anexos (12, 13, 14, 15 y 16).

Tabla 7

Obtención de la dosis óptima del mucílago de sábila en el agua de camal de pollos a 20 minutos de reposo

AGUA DE CAMAL DE POLLOS (PRIMERA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	22/05/2024
1°	49.1	30 00	3	42.5 NTU	13.44 %	MUCÍLAGO DE SÁBILA
AGUA DE CAMAL DE POLLOS (SEGUNDA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	28/05/2024
1°	139 NTU	30 0	0.3	127 NTU	8.63 %	MUCÍLAGO DE SÁBILA
2°	139 NTU	90 0	0.9	116 NTU	16.55 %	
3°	139 NTU	10 00	1	111 NTU	20.14 %	
4°	139 NTU	15 00	1.5	115 NTU	17.27 %	
5°	139 NTU	18 00	1.8	125 NTU	10.07 %	
6°	139 NTU	20 00	2	109 NTU	21.58 %	
AGUA DE CAMAL DE POLLO (TERCERA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	04/06/2024
1°	134 NTU	20 00	2	118 NTU	11.94 %	MUCÍLAGO DE SÁBILA
2°	134 NTU	40 00	4	100 NTU	25.37 %	
3°	134 NTU	60 00	6	103 NTU	23.13 %	
4°	134 NTU	80 00	8	133 NTU	0.75 %	
5°	134 NTU	10 00 0	10	101 NTU	24.63 %	
950 ML DE AGUA DE CAMAL DE POLLO + 50 ML DE AGUA DE ARCILLA (CUARTA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	10/06/2024
1°	156 NTU	10 00	1	137 NTU	12.18 %	MUCÍLAGO DE SÁBILA
2°	287 NTU	30 00	3	124 NTU	56.79 %	
3°	136 NTU	60 00	6	133 NTU	2.21 %	
4°	145 NTU	10 00 0	10	135 NTU	6.90 %	
5°	109 NTU	12 00 0	12	105 NTU	3.67 %	

6°	119 NTU	15 00 0	15	109 NTU	8.40 %	
DOSIS ÓPTIMA (QUINTA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	12/06/2024
1°	144	30 00	3	98.8 NTU	31.39 %	MUCÍLAGO DE SÁBILA
2°	149	30 00	3	108 NTU	27.52 %	
950 ML DE AGUA DE CAMAL DE POLLO + 100 ML DE AGUA DE ARCILLA (SEXTA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	14/06/2024
1°	144	20 00	2	115 NTU	20.14 %	MUCÍLAGO DE SÁBILA
2°	150	30 00	3	110 NTU	26.67 %	
3°	146	50 00	5	118 NTU	19.18 %	
4°	161	70 00	7	105 NTU	34.78 %	

Nota. La presente tabla muestra las pruebas realizadas para la obtención de la dosis óptima del mucílago de sábila en el agua de camal de pollos a 20 minutos de reposo (véase los anexos 15, 16 y 17). Donde; Nf (20 min): Número final de NTU después de 20 minutos de reposo; % de remoción después de 20 minutos de reposo; Ppm: Partes por millón; Dosis (ml): Dosis de mucílago de sábila en ml; Turbiedad (NTU).

Descripción: La tabla 7, presenta los resultados de turbiedad obtenidos con distintas dosis del coagulante (mucílago de sábila) después de 20 minutos de reposo, refiriendo que en la primera prueba con una dosis de 3 ml se logró la reducción de 49.1 a 42.5 NTU (13.44 % de reducción de turbiedad); en la segunda prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 2 ml se logró la reducción de 139 a 100 NTU (21.58 % de reducción de Turbiedad); en la tercera prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 4 ml se logró la reducción de 134 a 100 NTU (25.37 % de reducción de turbiedad); en la cuarta prueba se obtuvo la dosis óptima para (mucílago de sábila) que es de 3 ml en (950 ml de agua de camal de pollo + 50 ml de agua de arcilla) la misma que pudo reducir de 287 NTU a 124 NTU de turbiedad logrando un 56.79 % de remoción de turbiedad, después de 20 minutos de sedimentación, así mismo en la quinta prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 3 ml se logró la reducción de 144 a 98.8 NTU (31.39 % de reducción

de turbiedad) por último en la sexta prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 7 ml en (950 ml de agua de camal de pollo + 100 ml de agua de arcilla) se logró la reducción de 161 a 105 NTU (34.78 % de reducción de turbiedad).

Tabla 8

Obtención de la dosis óptima del mucílago de sábila en el agua de camal de pollos a 24 horas de reposo

AGUA DE CAMAL DE POLLOS (PRIMERA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (24 horas)	% de remoción 24 horas	22/05/2024
1°	49.1	30 00	3	27 NTU	45.01 %	MUCÍLAGO DE SÁBILA
950 ML DE AGUA DE CAMAL DE POLLO + 50 ML DE AGUA DE ARCILLA (SEGUNDA PUREBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (24 horas)	% de remoción 24 horas	10/06/2024
1°	156 NTU	10 00	1	37.9 NTU	75.71 %	MUCÍLAGO DE SÁBILA
2°	287 NTU	30 00	3	35.9 NTU	87.49 %	
3°	136 NTU	60 00	6	34.9 NTU	74.34 %	
4°	145 NTU	10 00	10	36.9 NTU	74.55 %	
5°	109 NTU	12 00	12	40.2 NTU	63.12 %	
6°	119 NTU	15 00	15	42.0 NTU	64.71 %	
DOSIS ÓPTIMA (TERCERA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (24 horas)	% de remoción 24 horas	12/06/2024
1°	144	30 00	3	31.6 NTU	78.05 %	MUCÍLAGO DE SÁBILA
2°	149	30 00	3	36.2 NTU	75.70 %	
950 ML DE AGUA DE CAMAL DE POLLO + 100 ML DE AGUA DE ARCILLA (CUARTA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (24 horas)	% de remoción 24 horas	14/06/2024
1°	144	20 00	2	47.5 NTU	67.01 %	MUCÍLAGO DE SÁBILA
2°	150	30 00	3	40.6 NTU	72.93 %	
3°	146	50 00	5	43.3 NTU	70.34 %	
4°	161	70 00	7	46.1 NTU	71.37 %	

Nota. La presente tabla muestra las pruebas realizadas para la obtención de la dosis óptima del mucílago de sábila en el agua de camal de pollos a 24 horas de reposo (véase los anexos 15, 16 y 17). Donde; Nf (24 horas): Número final de NTU después de 24 horas de reposo; % de remoción después de 24 horas de reposo; Ppm: Partes por millón; Dosis (ml): Dosis de mucílago de sábila en ml; Turbiedad (NTU).

Descripción: La tabla 8, presenta los resultados de turbiedad obtenidos con distintas dosis del coagulante (mucílago de sábila) después de 24 horas de reposo, refiriendo que en la primera prueba con una dosis de 3 ml se logró la reducción de 49.1 a 27 NTU (45.01 % de reducción de turbiedad); en la segunda prueba se obtuvo la dosis óptima para (mucílago de sábila) que es de 3 ml en (950 ml de agua de camal de pollo + 50 ml de agua de arcilla) la misma que pudo reducir de 287 NTU a 35.9 NTU de Turbiedad logrando un 87.49 % de remoción de turbiedad, después de 24 horas de sedimentación. Así mismo en la tercera prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 3 ml la reducción de 144 a 31.6 NTU (78.05 % de reducción de turbiedad) por último en la cuarta prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 3 ml en (950 ml de agua de camal de pollo + 100 ml de agua de arcilla) se logró la reducción de 150 a 46.1 NTU (71.37 % de reducción de turbiedad).

Tabla 9

Obtención de la dosis óptima del cloruro férrico en el agua de camal de pollos a 20 minutos de reposo

CLORURO FÉRRICO (PRIMERA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	22/05/2024
1°	49.1	20	2	44.2 NTU	9.98 %	FeCl ₃ (1 %) - CLORURO FÉRRICO
AGUA DE CAMAL DE POLLOS (SEGUNDA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	28/05/2024
1°	84.4 NTU	3	0.3	83.0 NTU	1.66 %	FeCl ₃ (1 %) - CLORURO FÉRRICO
2°	84.4 NTU	9	0.9	83.8 NTU	0.71 %	
3°	84.4 NTU	10	1	80.2 NTU	4.98 %	
4°	84.4 NTU	15	1.5	83.6 NTU	0.95 %	

5°	84.4 NTU	18	1.8	84.2 NTU	0.24 %	
6°	84.4 NTU	20	2	81.2 NTU	3.79 %	
AGUA DE CAMAL DE POLLO (TERCERA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	04/06/2024
1°	134 NTU	20	2	101 NTU	24.63 %	FeCl ₃ (1 %) - CLORURO FÉRRICO
2°	134 NTU	40	4	91.3 NTU	31.87 %	
3°	134 NTU	60	6	96.7 NTU	27.84 %	
4°	134 NTU	80	8	96.6 NTU	27.91 %	
5°	134 NTU	10 0	10	106 NTU	20.90 %	
950 ML DE AGUA DE CAMAL DE POLLO + 50 ML DE AGUA DE ARCILLA (CUARTA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	06/06/2024
1°	225 NTU	40	4	219 NTU	14.12 %	FeCl ₃ (1 %) - CLORURO FÉRRICO
2°	211 NTU	60	6	170 NTU	19.43 %	
3°	226 NTU	80	8	159 NTU	29.65 %	
4°	158 NTU	10 0	10	124 NTU	21.52 %	
5°	173 NTU	12 0	12	134 NTU	22.54 %	
6°	177 NTU	14 0	14	127 NTU	28.25 %	
DOSIS ÓPTIMA (QUINTA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	12/06/2024
1°	144	80	8	94.7 NTU	34.24 %	FeCl ₃ (1 %) - CLORURO FÉRRICO
2°	150	80	8	88.8 NTU	40.8 %	
950 ML DE AGUA DE CAMAL DE POLLO + 100 ML DE AGUA DE ARCILLA (SEXTA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (20 min)	% de remoción 20 min.	14/06/2024
1°	155	80	8	131 NTU	15.48 %	FeCl ₃ (1 %) - CLORURO FÉRRICO
2°	144	10 0	10	138 NTU	4.17 %	
3°	156	12 0	12	145 NTU	7.05 %	
4°	161	14 0	14	128 NTU	20.50 %	

Nota. La presente tabla muestra las pruebas realizadas para la obtención de la dosis óptima del cloruro férrico en el agua de camal de pollos a 20 minutos de reposo (véase

los anexos 15, 16 y 17). Donde; Nf (20 min): Número final de NTU después de 20 minutos de reposo; % de remoción después de 20 minutos de reposo; Ppm: Partes por millón; Dosis (ml): Dosis de mucílago de sábila en ml; Turbiedad (NTU).

Descripción: La tabla 9, presenta los resultados de turbiedad obtenidos con distintas dosis del coagulante (cloruro férrico) después de 20 minutos de reposo, refiriendo que en la primera prueba con una dosis de 2 ml se logró la reducción de 49.1 a 44.2 NTU (9.98 % de reducción de turbiedad); en la segunda prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 1 ml se logró la reducción de 84.4 a 80.2 NTU (4.98 % de reducción de turbiedad); en la tercera prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 4 ml se logró la reducción de 134 a 91.3 NTU (31.87 % de reducción de turbiedad); en la cuarta prueba se obtuvo la dosis óptima para (cloruro férrico) que es de 8 ml en (950 ml de agua de camal de pollo + 50 ml de agua de arcilla) la misma que pudo reducir de 226 NTU a 159 NTU de turbiedad logrando un 29.65 % de remoción de turbiedad, después de 24 horas de sedimentación, así mismo en la quinta prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 8 ml se logró la reducción de 150 a 88.8 NTU (40.8 % de reducción de turbiedad) por último en la sexta prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 14 ml en (950 ml de agua de camal de pollo + 100 ml de agua de arcilla) se logró la reducción de 161 a 128 NTU (20.50 % de reducción de turbiedad).

Tabla 10

Obtención de la dosis óptima del cloruro férrico en el agua de camal de pollos a 24 horas de reposo

AGUA DE CAMAL DE POLLOS (PRIMERA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (24 horas)	% de remoción 24 horas	22/05/2024
1°	49.1	20	2	29.3 NTU	40.03 %	FeCl ₃ (1 %) - CLORURO FÉRRICO
950 ML DE AGUA DE CAMAL DE POLLO + 50 ML DE AGUA DE ARCILLA (SEGUNDA PUREBA)						

J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (24 horas)	% de remoción 24 horas	06/06/2024
1°	225 NTU	40	4	55.0 NTU	75.56 %	FeCl ₃ (1 %) - CLORURO FÉRRICO
2°	211 NTU	60	6	52.6 NTU	75.07 %	
3°	226 NTU	80	8	41.1 NTU	81.81 %	
4°	158 NTU	10 0	10	38.3 NTU	75.76 %	
5°	173 NTU	12 0	12	36.3 NTU	79.02 %	
6°	177 NTU	14 0	14	34.2 NTU	80.68 %	
DOSIS ÓPTIMA (TERCERA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (24 horas)	% de remoción 24 horas	
1°	144	80	8	21.4 NTU	85.14 %	FeCl ₃ (1 %) - CLORURO FÉRRICO
2°	150	80	8	20.5 NTU	86.33 %	
950 ML DE AGUA DE CAMAL DE POLLO + 100 ML DE AGUA DE ARCILLA (CUARTA PRUEBA)						
J ar ra	Turbie dad	PP M	Dosi s (ml)	Nf (24 horas)	% de remoción 24 horas	14/06/2024
1°	155	80	8	34.1 NTU	78.0 %	FeCl ₃ (1 %) - CLORURO FÉRRICO
2°	144	10 0	10	36.0 NTU	75.0 %	
3°	156	12 0	12	35.1 NTU	77.5 %	
4°	161	14 0	14	35.6 NTU	77.89 %	

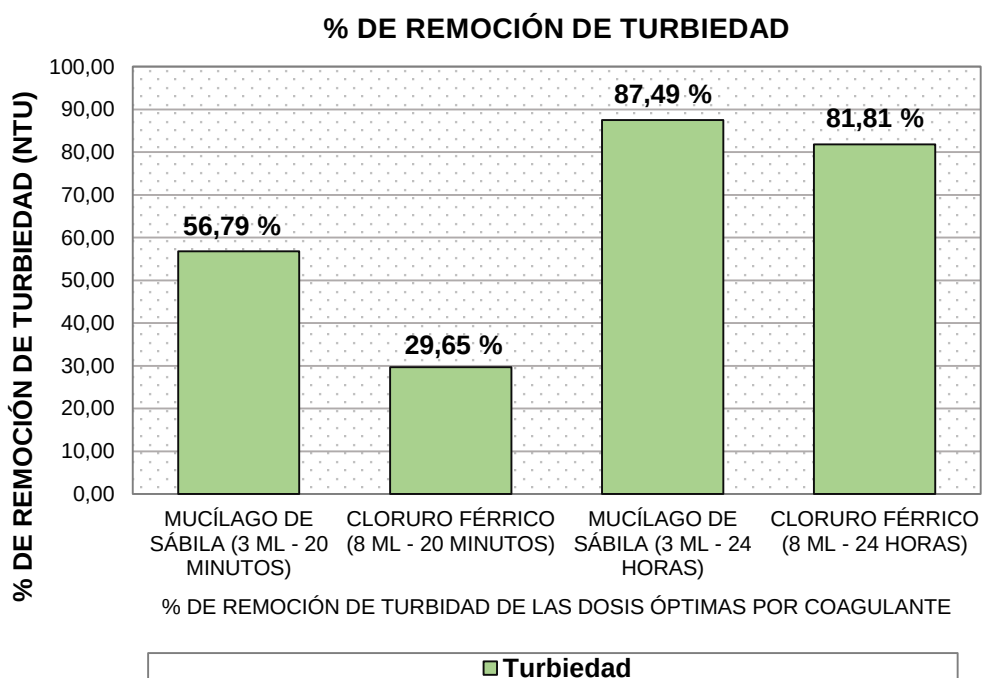
Nota. La presente tabla muestra las pruebas realizadas para la obtención de la dosis óptima del cloruro férrico en el agua de camal de pollos a 24 horas de reposo (véase los anexos 15, 16 y 17). Donde; Nf (24 horas): Número final de NTU después de 24

horas de reposo; % de remoción después de 24 horas de reposo; Ppm: Partes por millón; Dosis (ml): Dosis de mucílago de sábila en ml; Turbiedad (NTU).

Descripción: La tabla 10, presenta los resultados de turbiedad obtenidos con distintas dosis del coagulante (cloruro férrico) después de 24 horas de reposo, refiriendo que en la primera prueba con una dosis de 2 ml se logró la reducción de 49.1 a 29.3 NTU (40.03 % de reducción de turbiedad); en la segunda prueba se obtuvo la dosis óptima para (cloruro férrico) que es de 8 ml en (950 ml de agua de camal de pollo + 50 ml de agua de arcilla) la misma que pudo reducir de 226 a 41.1 NTU de turbiedad logrando un 81.81 % de remoción de turbiedad, después de 24 horas de sedimentación. Así mismo en la tercera prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 8 ml la reducción de 150 a 20.5 NTU (86.33 % de reducción de turbiedad) por último en la cuarta prueba se obtuvo el mejor resultado con una dosis de 8 ml en (950 ml de agua de camal de pollo + 100 ml de agua de arcilla) se logró la reducción de 155 a 34.1 NTU (78.0 % de reducción de Turbiedad).

Figura 5

Porcentaje de reducción de turbiedad de las dosis óptimas por coagulante



Nota. La figura 5 muestra los resultados del % de reducción de turbiedad de las dosis óptimas por coagulante.

Descripción: Las tablas 7, 8, 9, 10 y figura 5, presenta los resultados del % de remoción de turbiedad de las dosis óptima por coagulante, refiriendo que con 3 ml de (mucílago de sábila) en 20 minutos de reposo logro una reducción de 56.79 %, así mismo con 3 ml de (mucílago de sábila) en 24 horas de reposo logro una reducción de 87.49%, así mismo con 8 ml de (cloruro férrico) en 20 minutos de reposo logro una reducción del 29.65 %; y con 8 ml (cloruro férrico) en 24 horas de reposo logro una reducción de 81.81%.

4.1.2. RESULTADOS DE LABORATORIO DEL ANALISIS DE LAS MUESTRAS DE AGUA RESIDUALES DE CAMAL DE POLLOS

Los resultados de laboratorio del análisis físico, químico y microbiológico de las muestras de agua residuales de camal pollos, con y sin intervención T. (T0: Agua residual de camal de pollos - sin intervención, T1: Cloruro férrico, y T2: Mucílago de Sábila); se detallan en las siguientes tablas del (11 al 15) y figuras del 6 al 12.

➤ Dosis aplicada para T1, T2 y demás factores previos al análisis de laboratorio

Cabe indicar que para T1 se utilizó 8 ml de cloruro férrico en (950 ml de agua de camal de pollo + 50 ml de agua de arcilla), se realizó una mezcla rápida a una velocidad constante por 01 minuto, y una mezcla lenta a una velocidad constante por 10 minutos, posterior se dejó reposar por 24 horas para la sedimentación, luego se realizó el análisis respectivo, para T2 se utilizó 3 ml de mucílago de sábila en (950 ml de agua de camal de pollo + 50 ml de agua de arcilla), se realizó una mezcla rápida a una velocidad constante por 01 minuto, y una mezcla lenta a una velocidad constante por 10 minutos, posterior se dejó reposar por 24 horas para la sedimentación, luego se realizó el análisis respectivo. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 11

Resultado del análisis del agua de camal de pollos antes de la aplicación de los tratamientos

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	PREANÁLISIS			D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA	EVALUACIÓN
		AGUA DE CAMAL DE POLLOS (T0)				
		AG-01-M1	AG-01-M2	Promedio		
		(I.E. 11-2024)	(I.E. 14-2024)			
					VMA para descargas de aguas residuales al SAS	
Demanda química de Oxígeno (DQO)	mg/L	1240	1520	1380	1000	No cumple
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.30	6.336	6.32	6-9	Cumple
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	180	200	190	500	Cumple
Turbiedad	NTU	123	140	131.50	**	**
Coliformes Totales	Bacterias/ml	> 2500	1920	2210	**	**

Nota. La tabla muestra los resultados del análisis del agua de camal de pollos antes de la aplicación de los tratamientos en cuanto a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Esto de acuerdo a los resultados de laboratorio (Informes de ensayos del laboratorio de Biotecnología de la UDH) véase anexo 18. Dónde: * AG-01-M1: Aguas residuales de camal de pollos (M1: Muestra 1); AG-01-M2: Aguas residuales de camal de pollos (M2: Muestra 2); D.S. N.º 010-2019-MINAM: Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario; I.E.11-2024: Informe de Ensayo N.º 11 – 2024 (02/07/2024); * Informe de Ensayo N.º 14 – 2024 (11/07/2024); ** Significa que no corresponde la evolución o los niveles establecidos.

Descripción: La tabla 11 muestra los resultados obtenidos del preanálisis (T0) del agua del camal de pollos siendo los resultados promedios para: DQO: 1380 mg/L (sobre pasa el VMA aprobado por D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA); pH: 6.32; Sólidos Suspendidos Totales: 190 mg/L (no sobrepasan el VMA); Turbiedad: 131.50 NTU, Coliformes Totales: 2210 Bacterias/ml.

Tabla 12

Resultado del análisis del agua de camal de pollos después de la aplicación de los tratamientos

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	DESPUES DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS						D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA	EVALUACIÓN
		Tratamiento 1 (Cloruro Férrico)			Tratamiento 2 (Mucílago de sábila)				
		AG-T1-M1 (I.E. 12-2024)	AG-T1-M2 (I.E. 15-2024)	Promedio (T1)	AG-T2-M1 (I.E. 12-2024)	AG-T2-M2 (I.E. 15-2024)	Promedio (T2)		
Demanda química de Oxígeno (DQO)	mg/L	1060	1040	1050	600	880	740	1000	Cumple (T2)
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.478	6.976	6.727	6.328	6.790	6.559	6-9	Cumplen
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	20	30	25	20	30	25	500	Cumplen
Turbiedad	NTU	14	29	21.5	18	33	25.5	**	**
Coliformes Totales	Bacterias/ml	240	200	220	23	80	115	**	**

Nota. La tabla muestra los resultados del análisis del agua de camal de pollos después de la aplicación de los tratamientos en cuanto a los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Esto de acuerdo a los resultados de laboratorio (Informes de ensayos del laboratorio de Biotecnología de la UDH) véase anexo 18. Donde: Se utilizó 3 ml de mucílago de sábila y 8 ml de cloruro férrico como dosis y un reposo de 24 horas para mayor detalle revísese el punto 4.1.2.1. * AG-T1-M1: Agua con tratamiento 1 (M1: Muestra 1); AG-T2-M1: Agua con tratamiento 2 (M1: Muestra 1); * AG-T1-M2: Agua con tratamiento 1 (M2: Muestra 2); AG-T2-M2: Agua con tratamiento 2 (M2: Muestra 2); D.S. N.º 010-2019-MINAM: Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario; I.E.11-2024: Informe de Ensayo N.º 11 – 2024 (02/07/2024); * Informe de Ensayo N.º 14 – 2024 (11/07/2024); I.E.12-2024: Informe de Ensayo N.º 12 – 2024 (02/07/2024); I.E.14-2024: Informe de Ensayo N.º 14 – 2024 (11/07/2024); I.E.15-2024: Informe de Ensayo N.º 15 – 2024 (11/07/2024); **Significa que no corresponde la evolución o los niveles establecidos.

Descripción: La tabla 12, presenta los resultados obtenidos del análisis del agua del camal de pollos después de la aplicación de los tratamientos (Cloruro férrico y mucílago de sábila) siendo los valores promedios del tratamiento 1 (Promedio T1) los siguientes: DQO: 1050 mg/L (sobrepasa el VMA aprobado por D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA), pH: 6.727, Sólidos Suspendidos Totales: 25 mg/L (no sobrepasan el VMA), Turbiedad: 21.50 NTU, Coliformes Totales: 220 Bacterias/ml. Además, se puede visualizar los valores promedios del tratamiento 2 (Promedio T2) son los siguientes: DQO: 740 mg/L, pH: 6.559, Sólidos Suspendidos Totales: 25 mg/L, Turbiedad: 25.5 NTU, Coliformes Totales: 51.5 Bacterias/ml (ningún resultado sobrepasa los VMA aprobado por D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA).

Tabla 13

Porcentaje de remoción después de la aplicación de los tratamientos

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	PREANÁLISIS	DESPUES DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS			
		AGUA DE CAMAL DE POLLOS (T0)	TRATAMIENTO 1 (CLORURO FÉRRICO)		TRATAMIENTO 2 (MUCÍLAGO DE SÁBILA)	
		Promedio (T0)	Promedio (T1)	% de remoción	Promedio (T2)	% de remoción
Demanda química de Oxígeno (DQO)	mg/L	1380	1050	23.91	740.0	46.38
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.32	6.727	- 6.44	6.559	- 3.78
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	190	25.0	86.84	25.0	86.84
Turbiedad	NTU	131.50	21.5	83.65	25.5	80.61
Coliformes Totales	Bacterias/ml	2210	220	90.05	51.5	97.67

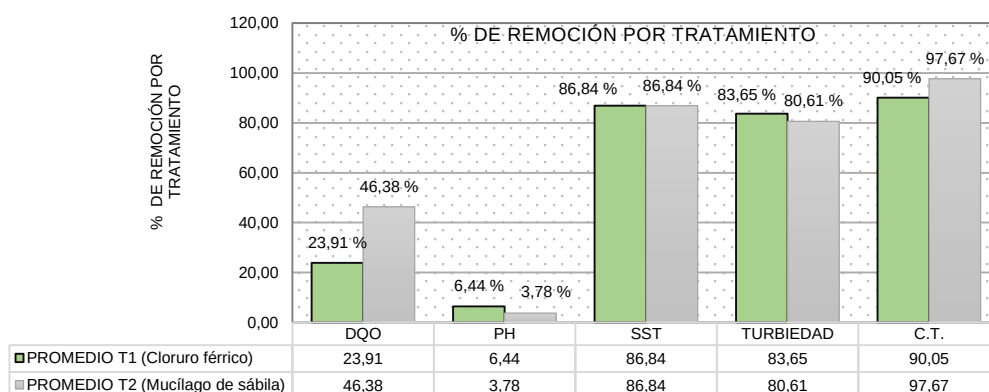
Nota. La tabla 11 muestra el porcentaje de remoción de los parámetros por tratamiento. Esto de acuerdo a los resultados de laboratorio (Informes de ensayos del laboratorio de Biotecnología de la UDH) véase anexo 18. Donde: Se utilizó 3 ml de mucílago de sábila y 8 ml de cloruro férrico como dosis y un reposo de 24 horas para mayor detalle revítese el punto 4.1.2.1. * Promedio (T0): Resultados promedio del preanálisis por parámetro; Promedio (T1): Resultados promedio por parámetro del tratamiento 1

(cloruro férrico); Promedio (T2): Resultados promedio por parámetro del tratamiento 2 (mucílago de sábila); % de reducción: % de reducción por tratamiento y parámetro.

Descripción: La tabla 13 muestra los porcentajes de remoción de las dosis óptimas por tratamiento donde: Tratamiento 1 (Cloruro Férrico) fue para DQO: 23.91 % de remoción; pH: aumento un 6.44 %; Sólidos Suspendidos Totales: 86.84 % de remoción; Turbiedad: 83.65 %; Coliformes totales: 90.05% de remoción. el Tratamiento 2 (Mucílago de sábila) fue para DQO: 46.38 % de remoción; pH: aumento un 3.78 %; Sólidos Suspendidos Totales: 86.84 % de remoción; Turbiedad: 80.61 %, Coliformes totales: 97.67% de remoción. Mostrando que el tratamiento 2 (mucílago de sábila presenta mejores resultados).

Figura 6

Porcentaje de remoción después de la aplicación de los tratamientos



Nota. La figura muestra el % de reducción por tratamiento. Donde: SST (Sólidos suspendidos totales) y C.T. (Coliformes totales).

Descripción: La tabla 13 y figura 6, presenta los resultados del % de remoción por tratamiento y parámetro, mostrando para Promedio T1 lo siguiente: DQO 23.91%, pH 6.44%; SST 86.84%; Turbiedad 83.65 %; C.T. 90.05 %, y para Promedio T2 fue lo siguiente: DQO 46.38 %, pH 3.78%; SST 86.84%; Turbiedad 80.61 %; C.T. 97.67 %. Mostrando que el tratamiento 2 (mucílago de sábila presenta mejores resultados).

Tabla 14

Resumen del procesamiento de datos por tratamiento y parámetro

TRATAMIENTO	PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	ERROR ESTÁNDAR	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
TRATAMIENTO 0 (Agua de Camal de Pollos)	DQO	mg/L	1380,000	197,98990	140,00000	1240,00	1520,00
	pH	Unidad de pH	6,3180	0,02546	0,01800	6,30	6,34
	Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	190,000	14,14214	10,00000	180,00	200,00
	Turbiedad	NTU	131,500	12,02081	8,50000	123,00	140,00
	Coliformes Totales	Bacterias/ml	2210,000	410,12193	290,00000	1920,00	2500,00
TRATAMIENTO 1 (Cloruro Férrico)	DQO	mg/L	1050,000	14,14214	10,00000	1040,00	1060,00
	pH	Unidad de pH	6,7300	0,35355	0,25000	6,48	6,98
	Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	25,0000	7,07107	5,00000	20,00	30,00
	Turbiedad	NTU	21,5000	10,60660	7,50000	14,00	29,00
	Coliformes Totales	Bacterias/ml	220,000	28,28427	20,00000	200,00	240,00
TRATAMIENTO 2 (Mucílago de Sábila)	DQO	mg/L	1056,666	312,51666	127,58439	600,00	1520,00
	pH	Unidad de pH	6,53600	0,28387	0,11589	6,30	6,98
	Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	80,0000	85,55699	34,92849	20,00	200,00
	Turbiedad	NTU	59,5000	56,45794	23,04886	14,00	140,00
	Coliformes Totales	Bacterias/ml	827,1666	1089,55962	444,81085	23,00	2500,00

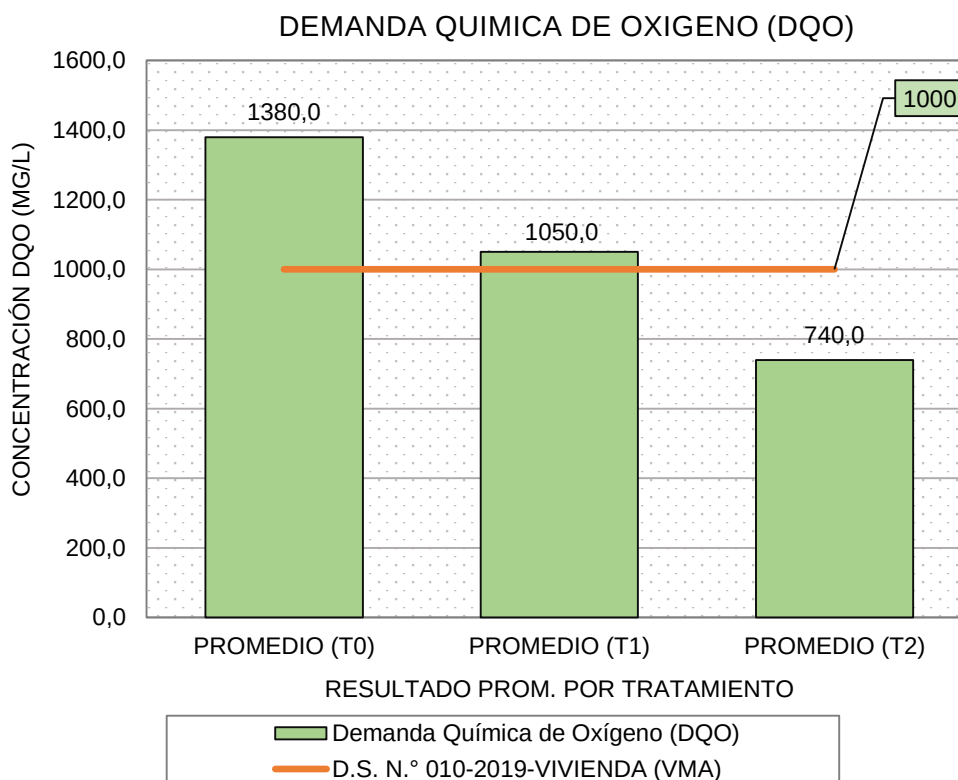
Nota. La tabla muestra T0 (tratamiento de 0 – agua de camal de pollos), Tratamiento 1 (Cloruro férrico), Tratamiento 2 (mucílago de sábila) ellos junto a sus parámetros de estudio, por lo que presenta el resumen de los procesamientos de datos por tratamiento y parámetro de estudio.

Descripción: La tabla muestra los resultados del procesamiento de datos por tratamiento y los parámetros de estudio en el cual se observa la variabilidad de los datos con respecto a la media.

4.1.3. COMPARACIÓN CON EL VMA PARA DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO, APROBADO POR EL D.S. N.º 010-2019-MINAM

Figura 7

Concentración promedio de DQO por tratamientos en comparación con los VMA



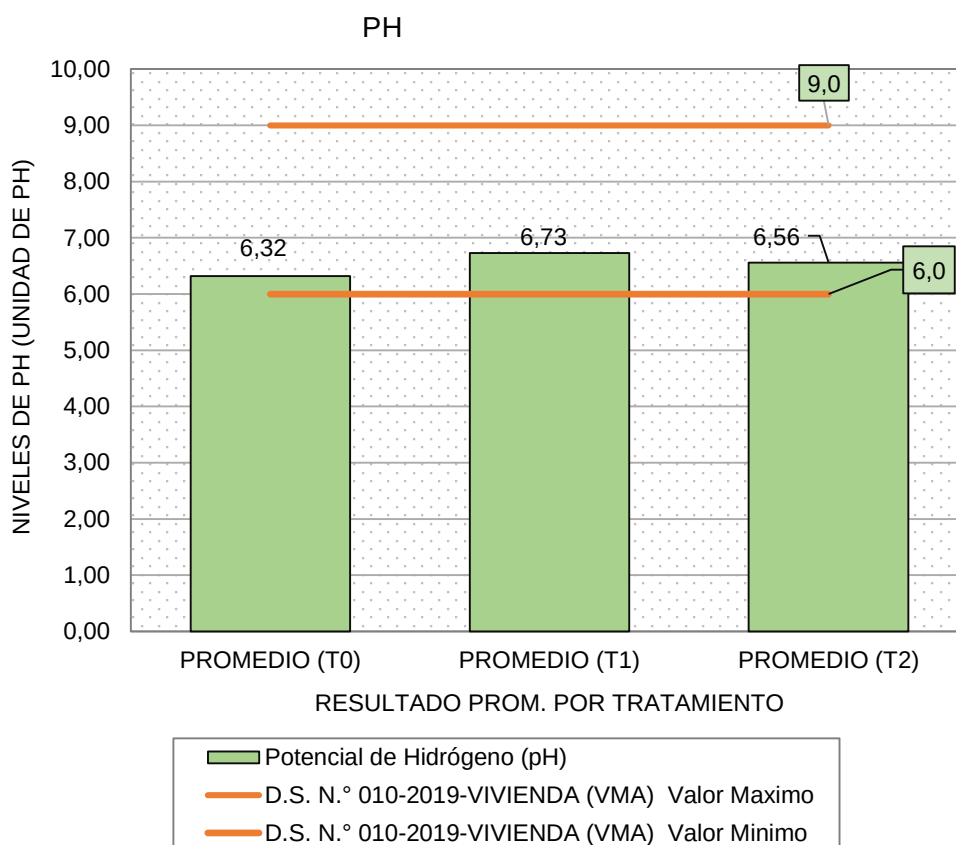
Nota. La figura muestra los promedios obtenidos por T. de la concentración de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) comparado con los VMA para descargas de aguas residuales al Sistema de Alcantarillado Sanitarios.

Descripción: La tabla 11, 12, 13 y figura 7, presenta los resultados promedios obtenidos de la concentración de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) por T. (T0, T1 y T2); donde se evidencia que el promedio T0 con (1380.0 mg/L) y el promedio T1 con (1050.0 mg/L) sobrepasan el

VMA respectivos. Así mismo referir que el T1 disminuyó el 23.91% y el T2 un 46.38% de la concentración inicial del DQO.

Figura 8

Concentración promedio de pH por tratamientos en comparación con los VMA

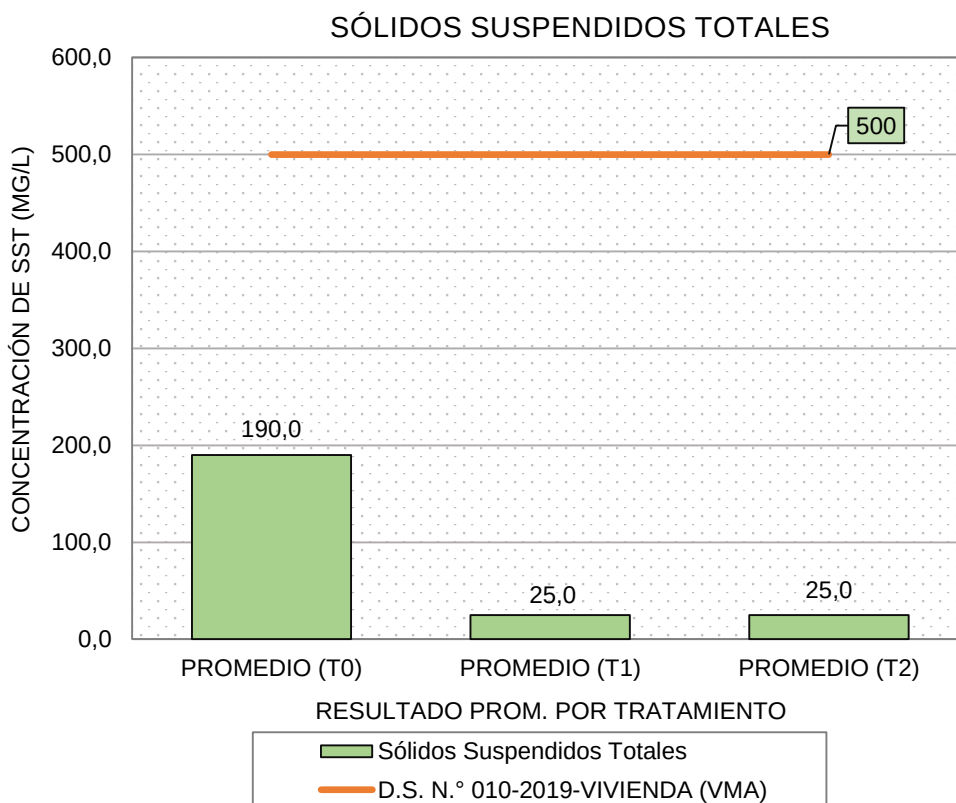


Nota. La figura muestra los promedios obtenidos por tratamiento de los niveles de pH comparado los VMA para descargas de aguas residuales al Sistema de Alcantarillado Sanitarios.

Descripción: La tabla 11, 12, 13 y figura 8, presenta resultados promedios obtenidos de los niveles de pH por T. (T0, T1 y T2); donde se evidencia que los promedios de (T0, T1 y T2) están dentro de los valores mínimos y máximos del LMP y VMA respectivos. Así mismo referir que el T1 aumento el 6.49%, y el T2 un 3.78% del nivel inicial del pH.

Figura 9

Concentración promedio de SST por tratamientos en comparación con los VMA

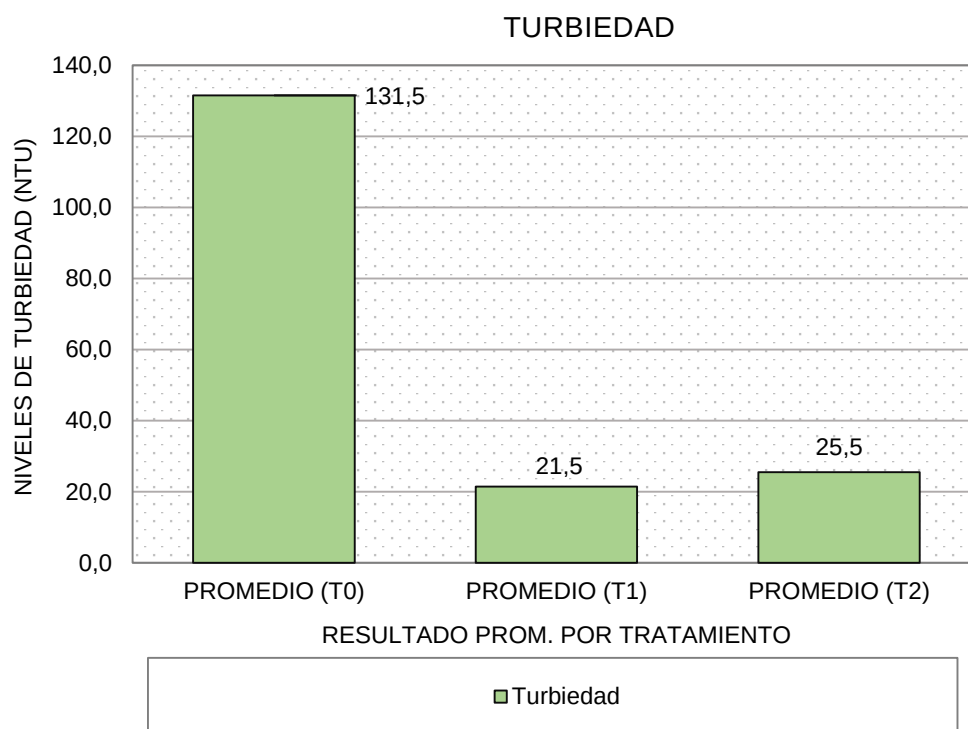


Nota. La figura muestra los promedios obtenidos por tratamiento de la concentración de la los Sólidos Suspendidos Totales comparado con los VMA para descargas de aguas residuales al Sistema de Alcantarillado Sanitarios.

Descripción: La tabla 11, 12, 13 y figura 9, presenta resultados promedios obtenidos de la concentración de los Sólidos Suspendidos Totales (SST) por T. (T0, T1 y T2); donde se evidencia que el promedio T0 con (190.0 mg/L) sobrepasa el LMP respectivo, pero considerar que con dicho valor no sobre pasa el VMA establecido, así mismo referir que el promedio de (T1 y T2) no sobrepasa el LMP ni el VMA establecido. Así mismo referir que el T1 y T2 disminuyeron el 86.84% de la concentración inicial de los SST.

Figura 10

Concentración promedio de turbiedad por tratamientos

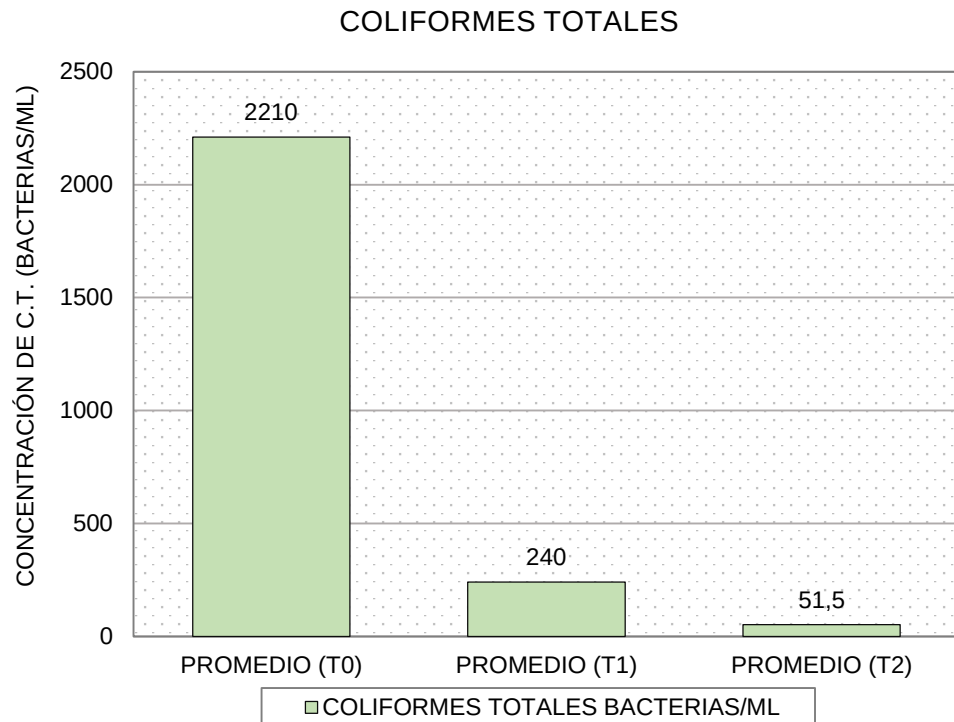


Nota. La figura muestra los promedios obtenidos por tratamiento de los niveles de turbiedad.

Descripción: La tabla 11, 12, 13 y figura 10, presenta resultados promedios obtenidos de los niveles de turbiedad por T. (T0, T1 y T2) donde se evidencia que el promedio T0 con (131.5 NTU) muestra los valores más alto, así mismo el promedio T1 con (21.5 NTU) muestra el valor más bajo. Así mismo referir que el T1 disminuyo el 83.65% y el T2 un 80.61% del nivel inicial de Turbiedad.

Figura 11

Concentración promedio de Coliformes Totales por tratamientos



Nota. La figura muestra los promedios obtenidos por tratamiento de la concentración de Coliformes Totales.

Descripción: La tabla 11, 12, 13 y figura 11, presenta resultados promedios obtenidos de la concentración de Coliformes Totales por T. (T0, T1 y T2); donde se evidencia que el promedio T0 con (2210.0 Bacterias/ml) muestra los valores más alto, así mismo el promedio T2 con (51.5 Bacterias/ml) muestra el valor más bajo, así mismo referir que ninguno sobrepasa el LMP establecido. Así mismo referir que el T1 disminuyó el 90.05% y el T2 un 97.67.38% de la concentración inicial de los Coliformes Totales.

Tabla 15*Prueba de normalidad en las mediciones usando la prueba de Shapiro-Wilk*

PRUEBA DE NORMALIDAD			
PARÁMETROS	SHAPIRO-WILK		
	ESTADÍSTICO	GL	SIG.
DQO	0.987	6	0.982
pH	0.832	6	0.112
SST	0.705	6	0.007
Turbiedad	0.771	6	0.032
Coliformes Totales	0.752	6	0.021

Nota. La tabla, muestra la prueba de normalidad a partir de los resultados de laboratorio por parámetros de estudio. Donde: *. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Descripción: La tabla 15 muestra la prueba de normalidad de los resultados de acuerdo a los parámetros de estudio, por lo que se consideró los valores de la Sig. de Shapiro-Wilk (ya que las unidades analizadas fueron menores a 50), donde se puede observar que el valor de SIG., de los parámetros (Sólidos Suspendidos Totales, Turbiedad y Coliformes Fecales) el 60.00% de los datos no siguen una distribución normal (Sig. < a 0.05), por lo que toco para dichos parámetros emplear la prueba no paramétricas (Kruskal - Wallis), por otra parte, para los valores de SIG, de los parámetros (DQO y pH) siguen una distribución normal (Sig. > a 0.05) por lo que se utilizó la prueba paramétrica (ANOVA). Estos tal como se muestran en las tablas del 16 y 17 respectivamente.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Para contrastar la hipótesis, se realizará de manera descriptiva en función de la hipótesis general y específica, por tanto, se utilizó los datos obtenidos en el laboratorio para ser contrastado con los (VMA) Valores Máximos Admisibles (VMA) para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, aprobado por el D.S. N.º 010-2019-VIVIENDA.

4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

- **Ha (hipótesis alterna):** El mucílago de sábila es mejor coagulante que el cloruro férrico para el proceso de coagulación del agua residual procedente de camal de pollos.
- **H0 (hipótesis nula):** El mucílago de sábila no es mejor coagulante que el cloruro férrico para el proceso de coagulación del agua residual procedente de camal de pollos.

a) Prueba paramétrica

Tabla 16

Anova de los parámetros de estudio (DQO y pH)

ANOVA						
		SUMA DE CUADRADOS	GL	MEDIA CUADRÁTICA	F	SIG.
Demanda química de oxígeno (DQO)	Entre grupos	409733,333	2	204866,667	7,819	,065
	Dentro de grupos	78600,000	3	26200,000		
	Total	488333,333	5			
Potencia de Hidrogeno (pH)	Entre grupos	,171	2	0,86	1,111	0,435
	Dentro de grupos	,231	3	0,77		
	Total	,403	5			

Nota. La tabla 16 muestra el ANOVA, de los parámetros de estudio (DQO y pH) ellos de acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación.

- **Descripción:** La tabla 16, presenta el resultado de ANOVA de acuerdo a los parámetros de estudio siendo estos los siguientes:
- Respecto al DQO y pH: Se indica que no existe diferencia estadística significativa al 5 %, entre los T. (T0, T1 y T2), ya que, se obtuvo los siguientes valores de Sig., de (0.065 y 0.438) para DQO y pH, respectivamente siendo estos valores mayores a 0.05.

b) Prueba no paramétrica

Tabla 17

Prueba de Kruskal - Wallis de los parámetros de estudio (sólidos suspendidos totales, turbiedad y coliformes totales)

	HIPÓTESIS NULA	PRUEBA	SIG.	DECISIÓN
1	La distribución de Sólidos Suspendidos Totales es la misma entre las categorías de Tratamiento.	Prueba de Kruskal – Wallis para muestras independientes	,162	Conserva la hipótesis nula
2	La distribución de Turbiedad es la misma entre las categorías de Tratamiento.		,156	
3	La distribución de Coliformes Totales es la misma entre las categorías de Tratamiento.		,102	

Nota. La tabla muestra la prueba de Kruskal – Wallis de los parámetros (SST, Turbiedad y Coliformes totales).

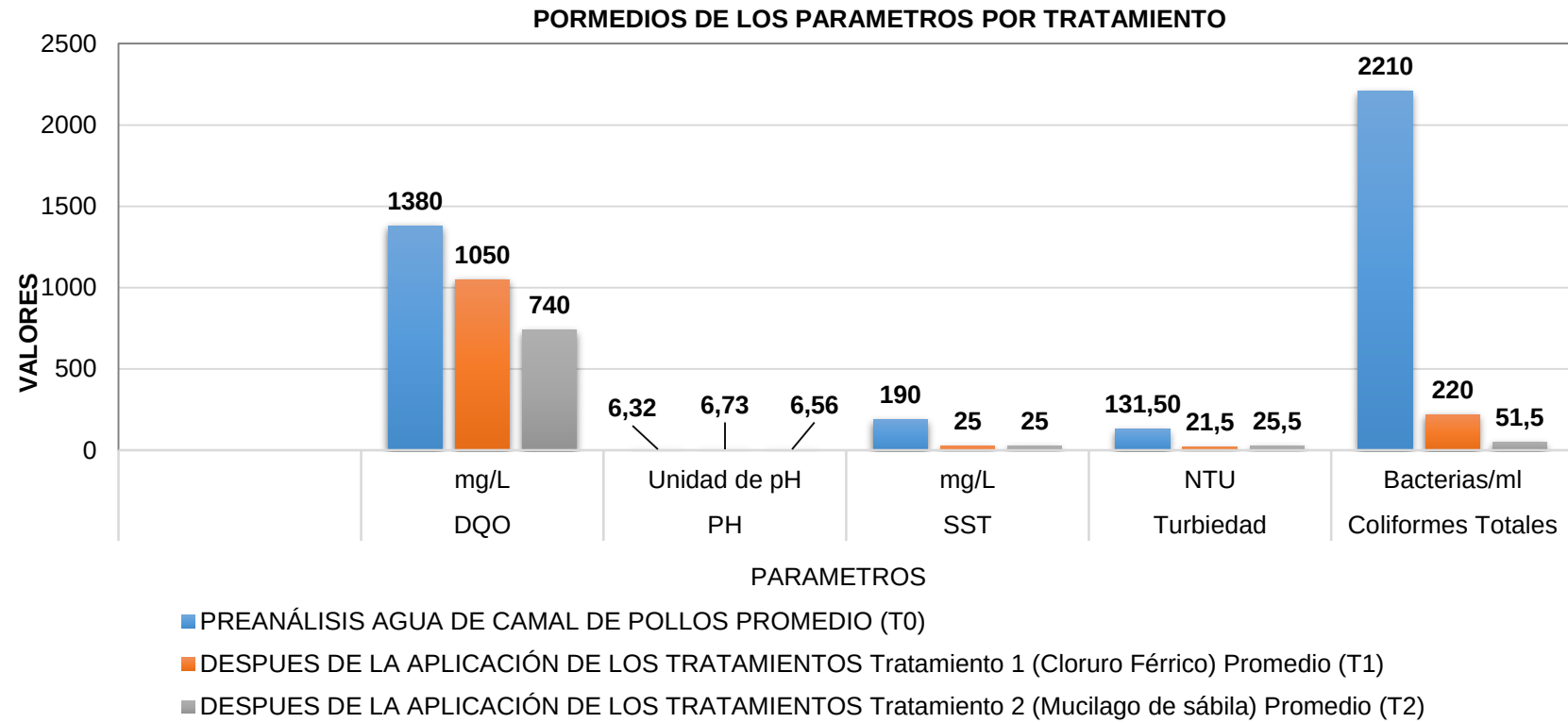
Descripción: La tabla 17, presenta el resultado de la prueba de Kruskal – Wallis de acuerdo a los parámetros de estudio siendo estos los siguientes:

- Se indica que los valores de SIG. Son mayores a 0.05 por lo tanto no existe diferencia estadística significativa al 5 %, entre los T. (T0, T1 y T2) ya que, se obtuvo los siguientes valores de Sig., de (0.162, 0.156 y 0.102) para SST, Turbiedad y Coliformes Totales, respectivamente siendo estos valores mayores a 0.05, por tanto, se refiere que la distribución de los valores es la misma entre las categorías de tratamiento, y se conserva la hipótesis nula.

Por lo que descriptivamente considerando los resultados hallados de acuerdo a las tablas del 11 al 13 así mismo como sus figuras y descripciones respectivas la hipótesis (**Ha**) se acepta parcialmente. Por lo que vale referir: El mucílago de sábila es mejor coagulante que el cloruro férrico para el proceso de coagulación del agua residual procedente de camal de pollos, en cuanto a los parámetros (DQO y Coliformes totales). Véase figura 6 y 12.

Figura 12

Promedios de los resultados por parámetros de estudio y tratamiento



Nota. La figura 12 muestra los promedios obtenidos por parámetro y tratamiento.

Descripción: La figura 12 muestra los resultados promedios de los parámetros por tratamiento, el tratamiento 2 (mucílago de sábila) presenta mejores resultados para DQO reduciendo de 1380 a 740 mg/L logrando una reducción del 46.38% y coliformes totales reduciendo de 2210 a 51.5 Bacterias/ml, logrando una reducción del 97.6%. En cuanto al tratamiento 1 (cloruro férrico) presenta mejores resultados para Turbiedad reduciendo de 131.50 a 25.5 NTU, logrando una reducción del 83.65%. En cuanto a los sólidos suspendidos totales ambos tratamientos tuvieron el mismo porcentaje de reducción de 86.84%, y el pH en ambos tratamientos aumentaron su nivel para T1 (cloruro férrico) aumento 6.44%, para T2 (mucílago de sábila) aumento 3.78%.

a) Interpretación: Considerando los resultados hallados, la hipótesis (**Ha**) se acepta parcialmente, por lo que vale referir que, el mucílago de sábila es mejor coagulante que el cloruro férrico para el proceso de coagulación del agua residual procedente de camal de pollos, en cuanto a los parámetros (DQO y Coliformes totales).

4.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- **HE (hipótesis alterna):** Los parámetros indicadores del proceso de coagulación de agua residual de camal de pollos, disminuyen después del tratamiento con cloruro férrico y con el mucílago de sábila.
- **H0 (hipótesis nula):** Los parámetros indicadores del proceso de coagulación del agua residual de camal de pollos, no disminuyen después del tratamiento con cloruro férrico y con el mucílago de sábila.

a) Interpretación:

- El cloruro férrico (T1): En cuanto al DQO disminuyo el 23.91%, aumento el pH en 6.44%, disminuyo el 86.84% de los SST, disminuyo el 83.65% de la turbiedad y disminuyo el 90.05% de los Coliformes Totales.

- El mucílago de sábila (T2): En cuanto al DQO disminuyo el 46.38%, aumento el pH en 3.78%, disminuyo el 86.84% de los SST, disminuyo el 80.61% de la turbiedad y disminuyo el 97.67% de los Coliformes Totales.

Descripción: Considerando los resultados hallados y de acuerdo a la figura 6 y 12. La hipótesis **(HE)** se acepta parcialmente, por lo que vale referir que, los parámetros indicadores del proceso de coagulación de agua residual de camal de pollos, disminuyen después del tratamiento con cloruro férrico y con el mucílago de sábila, en cuanto a los parámetros (DQO, SST, Turbiedad y Coliformes totales) mejorando con ello la calidad del agua residual de camal de pollos.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede mencionar que los Tratamientos (T1 y T2) tuvieron un efecto en los parámetros físico, químicos y microbiológicos del agua residual de camal de pollos; por lo que se analiza lo siguiente:

5.1. REDUCCIÓN DE LOS PARÁMETROS DE ESTUDIO DEL AGUA RESIDUAL DE CAMAL DE POLLOS DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Cabe indicar que para T1 se utilizó 8 ml de cloruro férrico y para T2 se utilizó 3 ml de mucílago de sábila en (950 ml de agua de camal de pollo + 50 ml de agua de arcilla), se realizó una mezcla rápida a una velocidad constante por 01 minuto, y una mezcla lenta a una velocidad constante por 10 minutos, posterior se dejó reposar por 24 horas para la sedimentación, luego se realizó el análisis respectivo.

a) De acuerdo a los objetivos de la investigación:

- Por lo que en la investigación con el cloruro férrico se logró reducir el los parámetros: DQO 23.91 %, SST 86.84 %, turbiedad un 83.65%, coliformes totales un 90.05%. Y con el mucílago de sábila se logró reducir: DQO 46.38 %, SST 86.84 %, turbiedad un 80.61%, coliformes totales un 97.67%, pero ambos tratamientos no mostraron diferencia estadística significativa. Al respecto Roa y León (2018) utilizando cloruro férrico utilizando 160 mg/L de cloruro férrico en las aguas residuales de una empresa productora de carne de pollo, logro disminuir el DQO de 32.500 mg/L a 652 mg/L, refiriendo que es buen coagulante para el tratamiento de dichas aguas residuales. Para aguas de mataderos Azabache et al. (2020) utilizando 2 ml de cloruro férrico logro reducir la turbiedad de 436 a 15.46 NTU y el SST de 430.6 a 224.7 mg/l demostrando por su parte que presenta buenos resultados con su tratamiento.

Cevallos et al. (2022) propuesto utilizar Aloe vera para la remoción eficiente de contaminantes de aguas residuales industriales, ya que al utilizar 100 mg/l obtuvo la reducción de los siguientes parámetros (Turbiedad de 1130.67 a 281 NTU, DQO de 5395.70 a 839.35 mg/l, pH de 9.21 a 7, SST de 1006.75 a 71.67). Lo cual concordó con Córdova (2018) quien refirió que el uso de Aloe barbadensis Miller es eficiente en el tratamiento de aguas residuales de mataderos de aves logrando reducir la (Turbiedad de 2480 a 29.3 NTU, DQO de 1200 a 266.6 ppm, Sólidos suspendidos totales de 0.74 a 0.06 mg/L). Por otro lado, Montenegro (2019) que 40 ml de coagulante natural (Caesalpinia spinosa tuna) demostró efecto positivo en la remoción de turbiedad del agua residual de camal reduciendo (Turbiedad de 310 a 5.30 NTU y DQO de 1890 a 576.9 mg/L). Así mismo García y Zeballos (2021) logro reducir los contaminantes (Turbiedad de 485 a 106.37 NTU y DQO de 4005.4 a 2035 mg/L) del agua residual del camal Conchucos S.A.

La depuración en cuanto a turbiedad y DBO de las aguas residuales municipales de la localidad de Huancapallac se logró realizar utilizando moringa en una dosis de 100 ml/l.

Por lo tanto, en la investigación se logró reducir los parámetros contaminantes (DQO, SST, Turbiedad y Coliformes totales) del agua residual de camal de pollos utilizando 8 ml/l de cloruro férrico y 3 ml de mucílago de sábila, siendo concordante con otras investigaciones realizadas por los autores detallados en párrafos anteriores los mismos que lograron resultados diferenciados de un antes y después en la calidad de aguas residuales con la aplicación de dosis de coagulantes naturales y químicos que ayudaron al tratamiento de estas aguas residuales.

CONCLUSIONES

Al culminar la investigación, se realizó las siguientes conclusiones, de acuerdo al objetivo general:

- Los parámetros indicadores del proceso de coagulación de agua residual de camal de pollos, disminuyen después del tratamiento con cloruro férrico y con el mucílago de sábila, en cuanto a los parámetros (DQO, SST, Turbiedad y Coliformes totales). Por lo que en las dosis adecuadas pueden ser utilizados para el tratamiento de aguas similar a la estudiada.
- Con el tratamiento T1 utilizando 8 ml de cloruro férrico demostró una eficiencia de reducción en los parámetros DQO 23.91%, SST 86.84%, turbiedad un 83.65% y coliformes totales un 90.05%.
- Con el tratamiento T2 utilizando 3 ml de mucílago de sábila, demostró una eficiencia de reducción en los parámetros: DQO 38 %, SST el 86.84 %, turbiedad un 80.61% y coliformes totales el 97.67%.

Al culminar la investigación, se realizó las siguientes conclusiones, de acuerdo a los objetivos específicos:

- Los resultados del preanálisis de agua de camal de pollos indicaron que en cuanto al parámetro DQO con un promedio de 1380 mg/L no cumple los valores máximos admisibles del D.S. N.º 010-2019- VIVIENDA, que es 1000 mg/L. Por lo que es necesario su tratamiento antes de la descarga al sistema de alcantarillado sanitario. Así mismo los resultados para los demás parámetros fueron (pH 6.32; SST 190.0 mg/L; Turbiedad 131 NTU, coliformes totales 2210 Bacterias/ml).
- Los resultados después del T1 utilizando 8 ml de cloruro férrico fueron para: DQO 1050 mg/l; pH 6.727; SST 25 mg/L; Turbiedad 21.5 NTU, coliformes totales 220 Bacterias/ml) para T2 utilizando 3 ml de mucílago de sábila fueron: DQO 740 mg/l; pH 6.559; SST 25 mg/L; Turbiedad 25.5 NTU, coliformes totales 51.5 Bacterias/ml).

- El tratamiento T2 con 3 ml de mucílago de sábila es mejor coagulante que el cloruro férrico para el proceso de coagulación del agua residual procedente de camal de pollos, en cuanto a los parámetros (DQO y Coliformes totales).

RECOMENDACIONES

- Que el proceso de preparación del mucílago de sábila sea monitoreado minuciosamente y se realice adecuadamente.
- Para investigaciones similares utilizar distintas cantidades de los insumos (cloruro férrico y mucílago de sábila) utilizadas en el proceso de coagulación de aguas residuales de camal de pollos y similares, para poder contrastar los resultados.
- Realizar estudios similares adicionando distintos parámetros complementarios.
- En cuanto al muestreo de aguas residuales de camal de pollos se recomienda realizarlos adecuadamente, utilizando los EPPS respectivos.
- Determinar el costo de operación por m³ de aguas residuales de camales de pollos tratadas.
- Realizar estudios con distintos tipos de aguas residuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andia, Y., Cárdenas, A., Tratamiento De Agua Coagulación, Y., & Floculación. (n.d.).
<http://www1.frm.utn.edu.ar/archivos/civil/Sanitaria/Coagulaci%C3%B3n%20y%20Floculaci%C3%B3n%20del%20Agua%20Potable.pdf>
- Adrian, S., Galvis, G. M., & Isaac. (2020). Manual técnico para la elaboración de coagulantes/floculantes a partir de productos naturales. Sena.edu.co.
<https://doi.org/9789581505616>
- Agencia Digital. (2018). ¿Qué es, para qué sirve y cuando se debe realizar una prueba de jarras? - DISIN S.A. Plantas de Tratamiento de Agua. Colombia. DISIN S.A. Plantas de Tratamiento de Agua. Colombia.
- Agrokrebs (2021). Consultado el 07 de marzo del 2024 en:
<https://www.facebook.com/photo/?fbid=1071697313314720&set=a.565875290563594>
- Aguas residuales: datos y usos. (2021). Fundación Aquae.
<https://www.fundacionaquae.org/aguas-residuales-datos-usos/>
- Alvino, Y. (2019). *Eficiencia de la electrocoagulación a nivel de laboratorio para tratamiento del agua residual del matadero municipal de Tingo María*. [Tesis para optar el título de ingeniero ambiental, Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio institucional – UNAS.
<https://repositorio.unas.edu.pe/handle/20.500.14292/1473>
- Arnao, E. (2023). *Tipos de coagulantes para el tratamiento de aguas residuales | Antonio Tarazona*. Antonio Tarazona.
<https://www.antoniotarazona.com/blog/industria/coagulantes-para-el-tratamiento-de-aguas-residuales/>
- Ambientum, (2021) Sistema Lacustre enciclopedia medioambiental.
https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/sistemas_lacustres.asp
- Artedimamico. (2022). FLOCULACIÓN. *Equipos Y Laboratorio de Colombia*.
<https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/floculacion>
- Azabache, Y., Murrieta, E., García, P., Ayala, M., Cáceres, G., & García, M. (2022). *Tratamiento del agua residual de un matadero: Eficiencia del*

- proceso de coagulación - floculación*. Agroindustrial Science, ISSN-e 2226-2989, Vol. 10, N.º. 1 (enero - abril), 2020, págs. 23-27. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8085634>
- Blanco, M., y Mamani, H. (2014). Evaluación y optimización en el tratamiento de aguas residuales de la industria avícola para su reutilización en sistemas de refrigeración. [Tesis para optar el título de ingeniería química, Universidad Nacional de San Agustín Arequipa]. Repositorio institucional – UNSA. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/fac72b87-7427-4c54-b916-cc10c21ddb2f>
- CAN (2005). Manual de Estadísticas Ambientales. CAN: Santa Cruz de la Sierra, 2005. P 31-45.
- Cevallos, N., Alfonso, G., & Alexandra, R. (2022). *Evaluación de la eficacia de coagulantes sintéticos y naturales en el tratamiento de aguas residuales generadas en la producción de harina de pescado*. Publicaciones en Ciencias y Tecnología. Vol.16, No 2, julio-diciembre (2022) 54-68. ISSN: 1856-8890. EISSN: 2477-9660. CC BY-NC-SA. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6993155>
- Cloruro férrico | La Guía de Química. (2014). Laguia2000.com. <https://quimica.lagua2000.com/elementos-quimicos/cloruro-ferrico>
- Coagulación y floculación del agua Degrémont. (n.d.). https://cidta.usal.es/cursos/edar/modulos/edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/coagulación_floculación_agua.pdf
- Córdova, E. (2018). *Eficiencia del Aloe barbadensis miller en la reducción de Turbiedad, Demanda Biológica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Coliformes Totales en aguas residuales del matadero de aves San Francisco- Comas 2018*. [Tesis para optar el título de ingeniero ambiental, Universidad César Vallejo]. Repositorio institucional – UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/18339>
- Demanda química de oxígeno. (2019). Hannainst.es. <https://www.hannainst.es/blog/81/demanda-quimica-de-Oxígeno#:~:text=La%20Demanda%20Qu%C3%ADmica%20de%20Ox%C3%ADgeno,de%20su%20equivalencia%20en%20ox%C3%ADgeno.>

- Duran, D. (2021). *Efecto de penca de tuna (Opuntia ficus indica) con semilla de moringa (Moringa oleifera) como coagulante natural para disminuir la Turbiedad del agua en el reservorio de la JASS del centro poblado de Vichaycoto, Huánuco – 2021*. [Tesis para optar el título de ingeniero ambiental, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional – UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2949;jsessionid=BCD35B14E8D79712290DD8BC69D6611A>
- Equipo Flowen. (2020). *Turbiedad en el agua - Flowen*. Flowen. <https://flowen.com.pe/Turbiedad-en-el-agua/>
- Equipo editorial, Etecé. (2020). Recursos Hídricos - Concepto, tipos, utilidad y ejemplos. Concepto; Concepto. <https://concepto.de/recursos-hidricos/>
- Fernando, M. (2011). *Coagulantes naturales de origen vegetal*. Monografias.com. <https://www.monografias.com/trabajos85/coagulantes-naturales-origen-vegetal/coagulantes-naturales-origen-vegetal>
- García-Fayos, B., Arnal, J., & Sancho, M. (n.d.). *I International Conference on Water and Sustainability*. <https://www.icws.upc.edu/en/shared/plantilla-presentacionsv2-coagulantes-congreso.pdf>
- García, A., y Zeballos K. (2021). Optimización del proceso coagulación-floculación usando cloruro férrico y fosfato para la reducción de contaminantes del agua residual del camal Conchucos S.A., Lima. [Tesis para optar el título de ingeniero ambiental y de recursos naturales, Universidad Nacional del Callao]. Repositorio institucional – UNAC. <https://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/6201>
- Herrera (2022). *Efecto de la moringa (moringa oleífera) para la depuración de aguas residuales, de la localidad de Huancapallac del distrito de Quisqui, Huánuco - 2021*. [Tesis para optar el título de ingeniero ambiental, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional – UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3890>
- Iagua. (2020, August 5). *¿Qué es el agua?* Iagua; Iagua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>
- Lindow, A. (2022, June 7). Aloína: La sustancia del Aloe Vera que genera polémica. Aloe vivo. <https://aloevivo.com/aloina/>

- MINAM (2010). D.S. N.° 003-2010-MINAM: Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.
- Montenegro, J. (2019). Comparación de la eficiencia del mucílago de Opuntia ficus - indica y goma de Caesalpinia spinosa en la mejora de la calidad de agua residual de camal. [Tesis para optar el título de ingeniero Ambiental, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional – ESPAM.<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/43789?locale-attribute=es>
- National Geographic. (2010). El renacer del lago Owens. National Geographic; National Geographic. <https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/contaminacion-del-agua>
- OEFA (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales. OEFA, Primera edición (N.° 1) pág. 1 – 42.* https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
- pH - Concepto, escala de medidas, cómo se mide y ejemplos. (2013). Concepto. <https://concepto.de/ph/>
- Prueba de Jarras. (2021). Studocu; Studocu. <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-la-laguna/tratamiento-de-aguas/prueba-de-jarras/8226724>
- R. J. N.° 010 – 2016 – ANA: Aprueba el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.
- Roa, P., y León, E. (2018). Tratamiento a nivel laboratorio de las aguas residuales de una industria productora de carne de pollo en la ciudad de Bogotá. [Trabajo para optar el título de ingeniería Ambiental, Universidad Santo Tomás]. Repositorio institucional – USTA. https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/15382/2019paula_roaestebanleon.pdf?sequence=1
- Sela, G. (2018). La coagulación en el tratamiento de aguas | Cropaia. Cropaia. <https://ropaia.com/es/blog/la-coagulación-en-el-tratamiento-de-aguas/>
- Silva, M. (2017) Extracción del mucílago de la penca de tuna y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias. [Tesis para optar el título de ingeniera química, Universidad Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional. <https://core.ac.uk/download/pdf/323351458.pdf>

- Supo, J. (2018). Seminario de investigación científica. Arequipa, Perú: bioestadística.
- Telwesa. (2024). Depuración de aguas residuales - Telwesa. Telwesa. <https://telwesa.com/depuracion-aguas-residuales/>
- VIVIENDA (2019). D.S. N.º 010-2019-: Que aprueba el reglamento de valores máximos admisibles (VMA) para descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario.
- Yee-Batista, C. (2013). Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas. Banco Mundial, BIRF – AIF. <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/01/02/rios-de-latinoamerica-contaminados>>
- Zabaleta, J., & y Trauco, I., (2012). *Elaboración y caracterización de una bebida funcional de granadilla (Passiflora ligularis), utilizando como componente polvo deshidratado de sábila (Aloe vera), proveniente del Distrito de Jazán, Provincia de Bongara, Región Amazonas*. [Tesis para optar el título de ingeniero agroindustrial, Universidad Nacional Toribio Rodríguez De Mendoza De Amazonas] repositorio institucional. https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/808/FIA_83.pdf?sequence=1

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Villegas Orbezo, K. (2025). *Efectividad del cloruro férrico y el mucílago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos, Huánuco 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Investigación titulada: Efectividad del cloruro férrico y el mucílago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos. Huánuco 2024

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensión	Indicadores	Población y muestra
Problema general: ¿Cuál será la efectividad del cloruro férrico y el mucílago de la sábila en el proceso de coagulación para disminuir la contaminación de aguas residuales procedentes del camal de pollos, Huánuco 2024?	General: Reducir la contaminación del agua residual procedentes del camal de pollos mediante el tratamiento de coagulación del cloruro férrico y el mucílago de la sábila. Específicos: • Determinar los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales procedentes del camal de pollos antes y después del uso del cloruro férrico como coagulante.	General: Ha: El mucílago de sábila es mejor coagulante que el cloruro férrico para el proceso de coagulación del agua residual proveniente de camal de pollos. Ho: El mucílago de sábila no es mejor coagulante que el cloruro férrico para el proceso de coagulación del agua residual proveniente de camal de pollos	V. independiente: Coagulación con: Cloruro férrico y mucílago de sábila	Parámetros Físicos	Característica físico químicas de los coagulantes: pureza, composición, aspecto	Población: Aguas residuales recolectados de un camal de pollos de la ciudad de Huánuco, que descargan directamente al sistema de alcantarillado.
Problemas específicos: • ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de			V. dependiente: Agua residual contaminada	Parámetros Físicoquímicos y microbiológicos	Dosificación óptima de los coagulantes Turbiedad Color	Muestra: Las muestras fueron las que se recolectaron de un punto de descarga de aguas residuales proveniente de un camal de pollos en la ciudad de Huánuco, por lo que se realizó un muestreo continuo del mismo punto. La muestra fue equivalente a 40 L., de donde se mandó a laboratorio 600 ml, las que fueron analizados antes de la aplicación de los

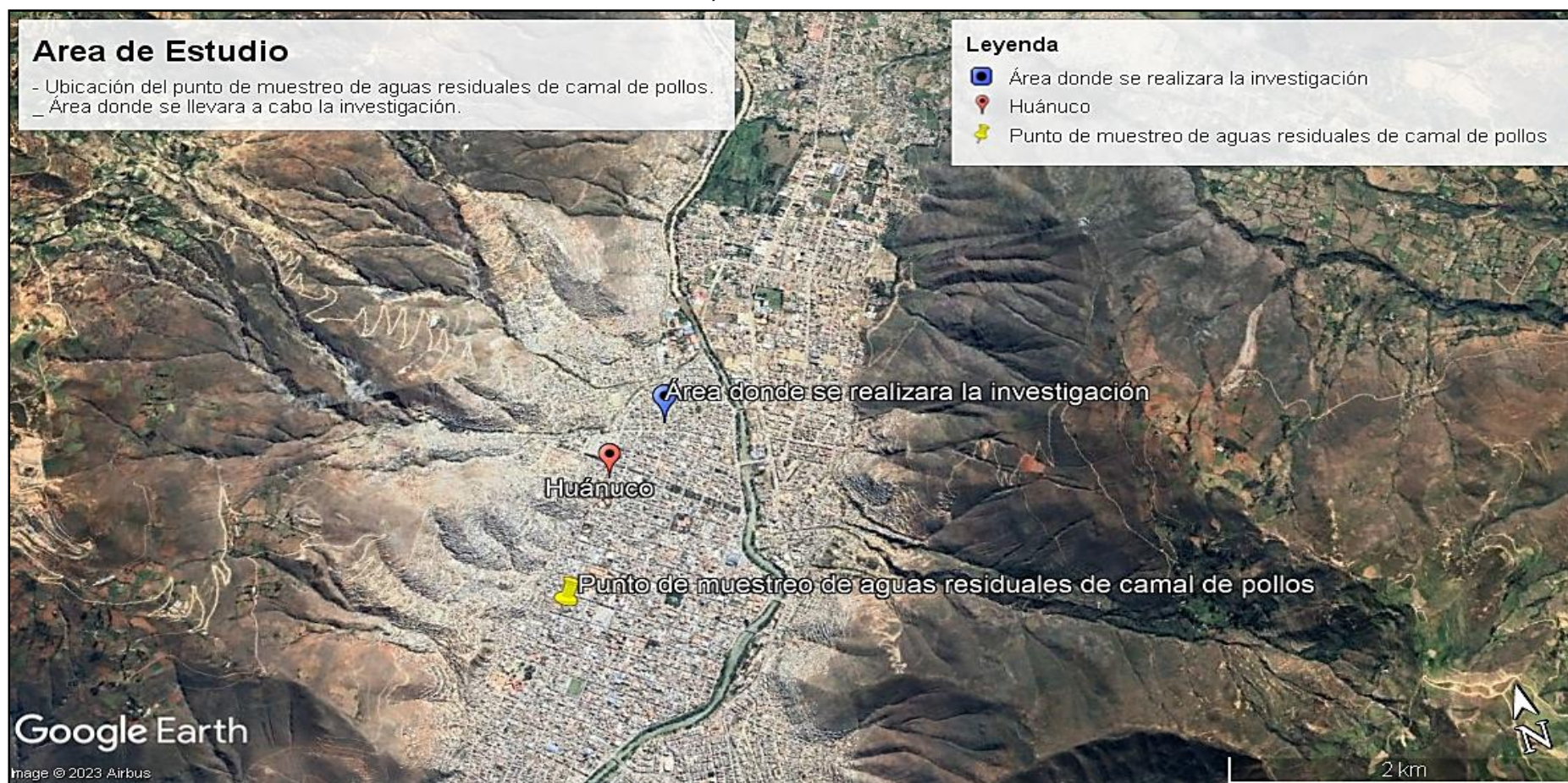
las aguas residuales procedentes del camal de pollos antes y después del uso como coagulante del cloruro férrico en el proceso de coagulación? • ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales procedentes del camal de pollos antes y después del uso como coagulante del mucílago de la sábila en el proceso de coagulación?	• Determinar parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales procedentes del camal de pollos antes y después del uso del mucílago de la sábila como coagulante.	Específica: HE: Los parámetros indicadores del proceso de coagulación del agua residual de camal de pollos, disminuyen después del tratamiento con cloruro férrico y con el mucílago de sábila. HE0: Los parámetros indicadores del proceso de coagulación del agua residual de camal de pollos, no disminuyen después del tratamiento con cloruro férrico y con el mucílago de sábila.	Sólidos Suspendidos Totales pH DQO Coliformes totales	tratamientos (la cual se considerará como P1), y después de la aplicación de los tratamientos (T1 y T2) por tanto se sacaron 2 muestras por tratamiento (por lo que fueron 2 repeticiones por dosis), estas fueron enviados a laboratorio. Después de la aplicación del T1 y T2, para la recolección de muestras se consideró como P2. Diseño del estudio: Según Supo (2018) la investigación fue de diseño experimental. Pero a nivel de cuasi experimento, ya que se intervino manipulando controlada mente las variables, así mismo se aplicó una prueba antes y después del experimento a un solo grupo.
--	--	---	---	--

Nota. El anexo 1, muestra la matriz de consistencia de la investigación.

ANEXO 2

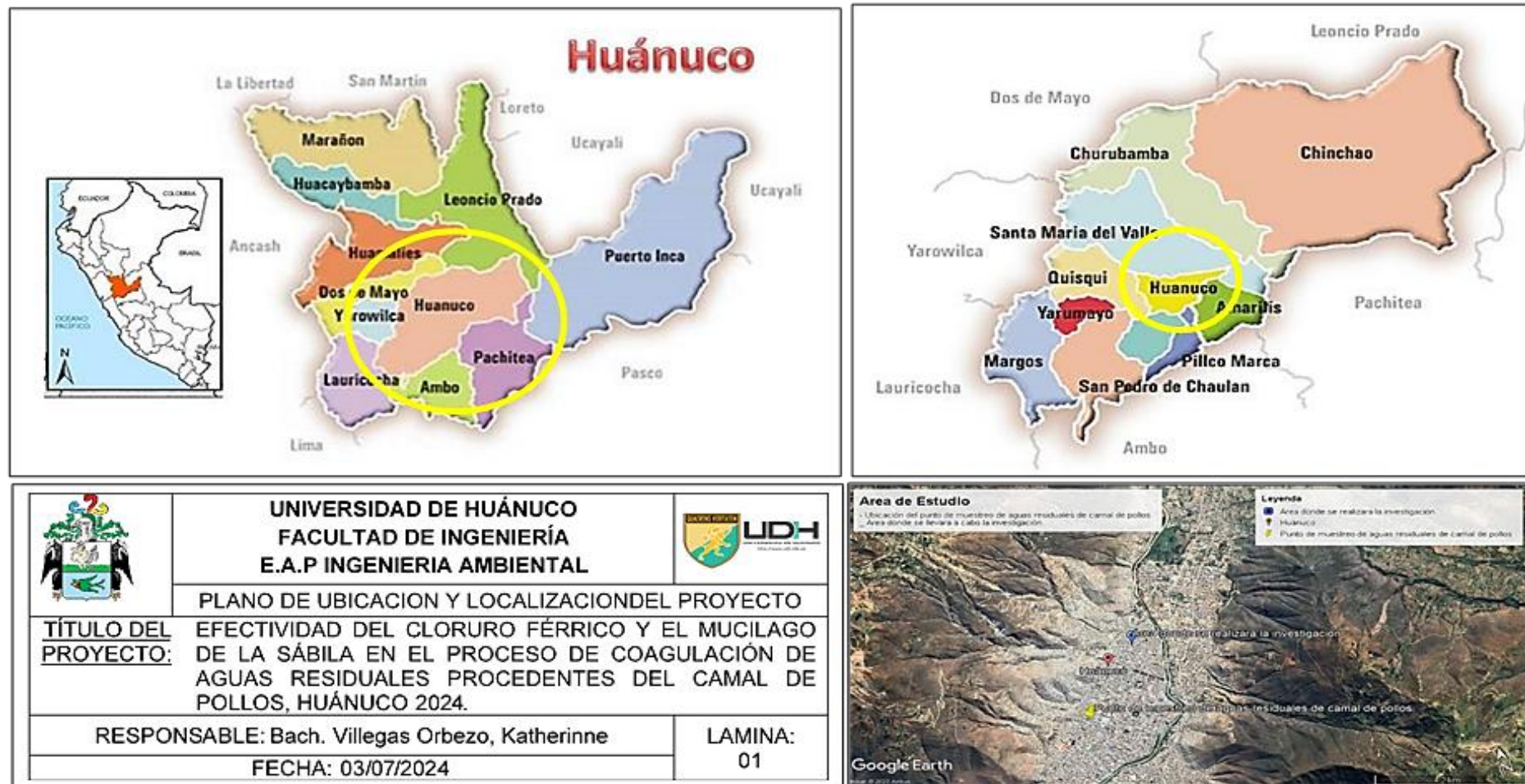
UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra ubicado en la ciudad de Huánuco, distrito de Huánuco.



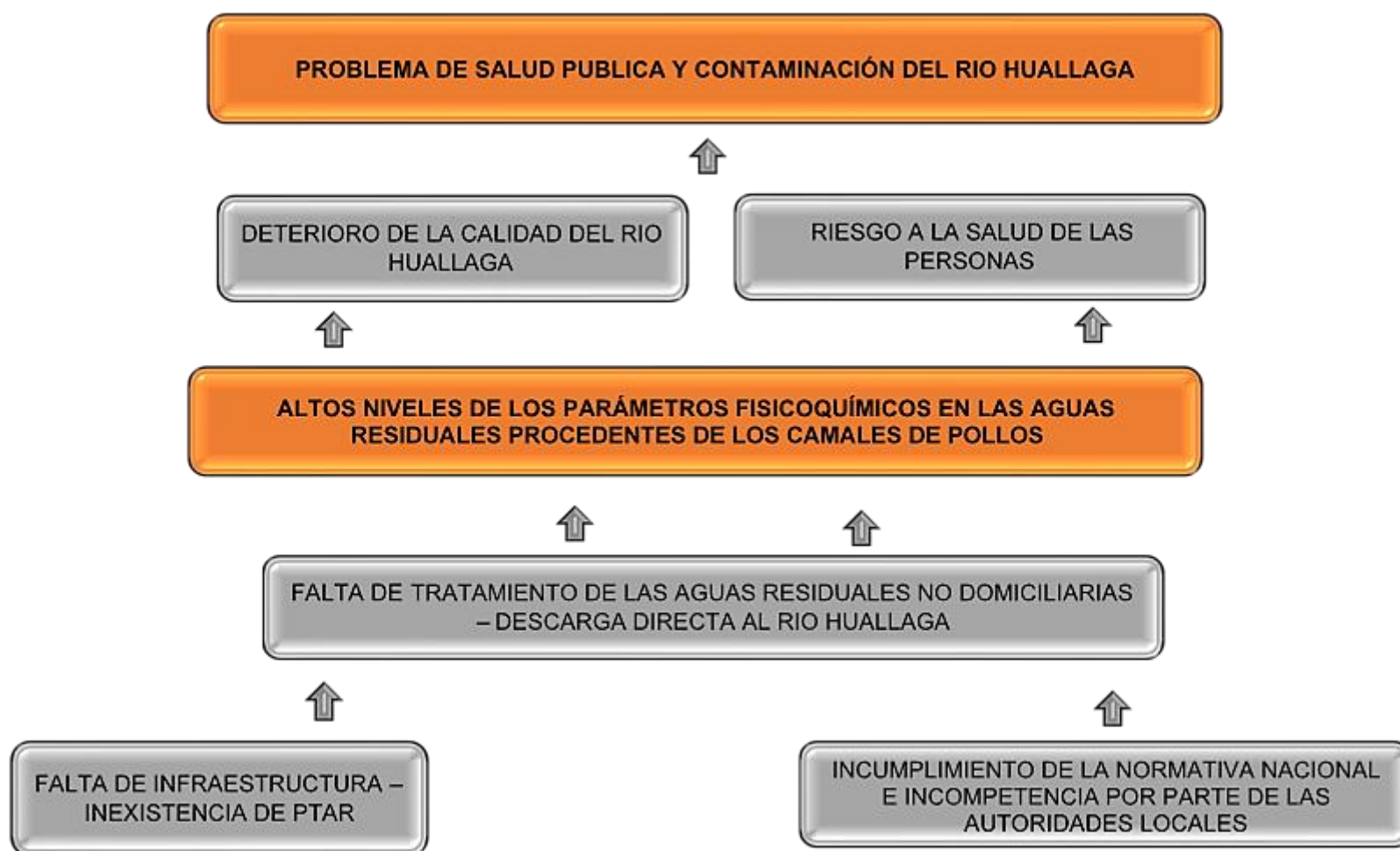
ANEXO 3

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



ANEXO 4

ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO



ANEXO 5
ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 6

CADENA DE CUSTODIA - RELLENADA

CADENA DE CUSTODIA																																						
Código número de custodia: <u>AG-R-11</u>										Solicitante: <u>Katherine Villegas Orbezo</u>																												
Institución: <u>UDH</u>										Dirección: <u>San Mateo s/n</u>					Distrito: <u>Machico</u>					DNI: _____																		
Teléfono: <u>913244025</u> FAX: _____										Responsable del muestreo: <u>Katherine Villegas Orbezo</u>										Provincia: <u>Huachaco</u>					Firma: _____													
																				Dpto: <u>Huancayo</u>					Urgencia: () Regular (x) Alta													
Código de LAB (1)	Código de campo	Fecha de muestreo	Hora de muestreo	Tipo de muestra (2)	N° de envase por punto de muestreo			Preservación										Parámetro Físico - Químicos (4)										Parámetros biológicos (4)					OBSERVACIONES					
					P (3)	V (3)	E (3)	HCL	H2SO4	HNO3	NaOH	Zn(OH)2	Otro: <u>56°C</u>	SST	STD	DBOs	DQO	Acetatos y Grasas (MEH)	Materiales totales	Cromo hexavalente	Nitrógeno total	Nitrógeno amoniacal	Nitratos	Nitritos	Fosfatos	Fosforo total	Cianuro WAD	Fenoles	SAAM - Detergentes	Sulfuros	Fluoruros	Plaguicidas (todos: DS-015-2015 -NINAM)		Coliformes termotolerante	Coliformes totales	Escherichia coli	Enterococos	Huevos de Helminthos
<u>IE-12-24</u>	<u>/</u>	<u>26/06/24</u>	<u>7</u>	<u>AG-R-01</u>																																		
<u>IE-12-24</u>	<u>/</u>	<u>26/06/24</u>	<u>7</u>	<u>AG-R-02</u>																																		
<u>IE-14-24</u>	<u>/</u>	<u>04/07/24</u>	<u>7</u>	<u>AG-R-01</u>																																		
<u>IE-16-24</u>	<u>/</u>	<u>04/07/24</u>	<u>7</u>	<u>AG-R-02</u>																																		

Entregado:			Recibido:			
Nombre y apellidos	Firma	Institución/empresa	Nombre y apellidos	Firma	Institución/empresa	Fecha
<u>Katherine Villegas O.</u>	<u>[Firma]</u>	<u>UDH</u>	<u>Ingr. Hengui Turazono</u>	<u>[Firma]</u>	<u>UDH</u>	<u>26/06/24</u>

Condición y temperatura de la llegada de las muestras: _____ Comentarios: AG-R- Agua Residual

(1) Campos exclusivos para el laboratorio (2) AS (Agua Superficial); AM (Agua de Mar); AR (Agua Residual); BV (Blanco Viajero); BC (Blanco de Campo); BE (Blanco de Equipo); SE (Sedimentos); LD (Lodos); SU (Suelos).
 (3) P_Plástico; V_Vidrio; E_Estéril (4) Ver lista de parámetros del Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM "Estándares de Calidad Ambiental para Agua" y otros que se requiere para investigación.

Nota. Fuente: R. J. N.° 010 – 2016 – ANA.

ANEXO 7
ETIQUETA PARA MUESTREO DE AGUA - RELLENADA

Solicitante/cliente: Katherine J. Villegas Orbezo			
Nombre del laboratorio: Laboratorio de Biotecnología UDY			
Código del punto de monitoreo: E: 364082 M: 8902122.			
Tipo de cuerpo de agua: Agua Residuales (tratado con fec/3)			
Fecha de muestreo: 09/07/24		Hora: 11:00 am	
Muestreado por: Ing. Hernan Jaramera Mirabel			
Parámetro requerido: SST, PH, DBO, turbidez, coliforma			
Preservada	☒ SI	☐ NO	Tipo reactivo: ~~~~~



ANEXO 8
FICHA N.º 1 - RELLENADA

Proyecto de investigación titulado: "Efectividad del cloruro férrico y el mucilago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos, Huánuco 2024".					
Autor: Bach. Villegas Orbezo, Katherine.					
Lugar donde se realiza la investigación: <u>Huánuco - Laboratorio de Biotecnología de la UOH</u>					
Distrito: <u>Huánuco</u>		Provincia: <u>Huánuco</u>		Departamento: <u>Huánuco</u>	
Fecha y Hora	Obtención de coagulante natural de la Penca de <u>Sábila</u>			Procedimientos Realizados	Observaciones
	Peso de la penca	Peso después del pelado y picado	Peso o medida final del mucilago		
	g/kg	g/Kg	g/Kg - ML		
<u>01/05/24</u>	<u>1 Kg</u>	<u>500 g</u>	<u>30 g</u>	- recolección - Pelado, lavado - Secado - tridurado, otros	<u>- Los procedimientos de Secado y tridurado se realizó una vez, que el Mucilago se encuentra completamente seco.</u>

ANEXO 9

FICHA N.º 2 RELLENADA

ANEXO 9 *Sábila*

FICHA N.º 2: DOSIS DEL COAGULANTE *Horlogio de Sábila*, A APLICAR

Proyecto de investigación titulado: "Efectividad del cloruro férrico y el mucilago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del canal de pollos, Huánuco 2024".

Autor: Bach. Villegas Orbezo, Katherine.

Lugar donde se realiza la investigación: *Huánuco - Laboratorio de Biotecnología de la UDH*

Distrito: *Huánuco* **Provincia:** *Huánuco* **Departamento:** *Huánuco*

Fecha y Hora	Muestra		Volumen de Muestras	Dosis de Coagulante			Tiempo de Mezcla			Parámetros a analizar					
	P1	P2		Litros	1	2	3	T1	T2	T3	Turbidez	Color	S.S.T.	pH	DQO
22/05/24	X		1L	3ml			5 min				X	X	X	X	X
28/05/24	X		1L	2ml			5 min				X	X	X	X	X
04/06/24	X		1L	5ml			5 min				X	X	X	X	X
06/06/24		X			5 ml		5 min				X	X	X	X	X
10/06/24		X			10 ml		5 min				X	X	X	X	X

Observaciones: *Los puntos se siguieron realizando con las repeticiones por poder obtener la dosis optima, así como para poder cumplir con los objetivos de la investigación.*

ANEXO 9 *Cloruro férrico (FeCl3)*

FICHA N.º 2: DOSIS DEL COAGULANTE *Cloruro férrico (FeCl3)*, A APLICAR

Proyecto de investigación titulado: "Efectividad del cloruro férrico y el mucilago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del canal de pollos, Huánuco 2024".

Autor: Bach. Villegas Orbezo, Katherine.

Lugar donde se realiza la investigación: *Huánuco - Laboratorio de Biotecnología de la UDH*

Distrito: *Huánuco* **Provincia:** *Huánuco* **Departamento:** *Huánuco*

Fecha y Hora	Muestra		Volumen de Muestras	Dosis de Coagulante			Tiempo de Mezcla			Parámetros a analizar					
	P1	P2		Litros	1	2	3	T1	T2	T3	Turbidez	Color	S.S.T.	pH	DQO
22/05/24	X		1L	2ml			5 min				X	X	X	X	X
28/05/24	X		1L	2ml			5 min				X	X	X	X	X
04/06/24	X		1L		6 ml		5 min				X	X	X	X	X
06/06/24		X	1L		8 ml		5 min				X	X	X	X	X
10/06/24		X	1L		10 ml		10 min				X	X	X	X	X

Observaciones: *Los puntos y análisis de la muestra se realizó con varias repeticiones para obtener la dosis optima, así como para poder cumplir con los objetivos de la investigación.*

ANEXO 10

PROTOCOLO DE OBTENCIÓN DEL MUCÍLAGO EN POLVO DE SÁBILA

El protocolo detalla el proceso de obtención del mucílago en polvo de la sábila

PROTOCOLO DE OBTENCIÓN DEL COAGULANTE NATURAL DE LA SÁBILA
INTRODUCCIÓN
Se tuvo la necesidad de contar con un protocolo de obtención del mucílago en polvo de la sábila, que indique los procedimientos a seguir para la obtención del mucílago en la investigación titulada: Efectividad del cloruro férrico y el mucílago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos, Huánuco 2024.
OBJETIVO
Contar con un protocolo de obtención del mucílago en polvo de la sábila.
ALCANCE Y APLICACIÓN
El presente protocolo de obtención del mucílago en polvo de la sábila, sirvió específicamente para el desarrollo de esta investigación.
MATERIALES, EQUIPOS E INDUMENTARIA DE PROTECCIÓN
• Materia prima: Hojas o pencas de sábila. • Materiales e instrumentos: Cuchillo de acero inoxidable, Cucharas de acero inoxidable, Mortero y vástago, Papel filtro, papel de metal, trituradora, Probetas, Soporte universal, Tela Organza, vaso de precipitación, agitador de metal, frascos de vidrio, otros. • Equipos: Refrigeradora, Tamiz semiindustrial de malla N° 50 (diámetro 297 micrones), pH metro, otros. • Reactivos: Agua destilad, Alcohol al 80 %, otros. • Indumentaria de protección: Guantes, Lentes, Mascarilla, Guardapolvo. • Formatos: Ficha de Registro de Campo, Etiquetas, Otros. • Otros: Lapicero, Plumones, Cinta Adhesiva, Papel, Libreta de Campo, Tablero.
METODOLOGÍA
1.- Preparación del polvo de sábila: • Recolección: Se adquirió la penca de sábila. Las misma que fue cosechada durante la mañana, ya que los ácidos de estas varían según la hora de cosecha por tratarse de plantas con metabolismo ácido de las crasuláceas. • Selección y clasificación: En esta etapa se clasifico el Aloe vera de acuerdo a su peso, tamaño y color por la que las hojas deben presentar una apariencia completamente sana. • Pesado 1: Es una medida importante de control de materia prima con el fin de establecer rendimiento desde, producción, proceso, hasta producto final. • Lavado: Se lavo cuidadosamente la parte externa de las hojas para eliminar la presencia de sustancias que perjudiquen. • Cortado: Para evitar la contaminación del filete gelatinoso con la aloína, se desarrolla un método tradicional de fileteado a mano para procesar las hojas de sábila. En este proceso, se cortó con un cuchillo (aproximadamente 2,5 cm) la base, la parte del ápice de la hoja (aproximadamente 15,0 cm) y las espinas laterales. • Reposo: Se dejo aproximadamente 10 minutos en posición vertical para la eliminación de la aloína o escurrimiento del acíbar. • Troceado 1: Se realizó el troceado, donde cada penca se cortó en tres partes, para tener mejor manipulación. • Lavado por inmersión: Se realizó para retirar el acíbar, porque no se necesita en el proceso, sólo se utiliza el gel existente en la penca. Para esto se utilizó agua a 39 °C

aproximadamente y se removió esta agua cada 5 minutos, con tres cambios de agua, en total se dejó unos 15 minutos cada penca en remojo.

- **Fileteado:** Para el fileteado se introduce la mano lateralmente y se arranca la capa superior, la mayor parte del filete queda adherido a la hoja y se remueve utilizando la parte sin filo de un cuchillo. El filete que se obtiene, ya limpio se colocó en una bandeja plástica para su posterior proceso.
- **Troceado 2:** Los filetes de la sábila se reducen a tamaños aproximadamente de 4 - 5 cm² por un espesor de 0.5 cm, para facilitar la introducción del antioxidante y una mayor rapidez en el proceso del secado.
- **Estabilización:** A los filetes troceados se agregó ácido cítrico al 0,5 % por un tiempo de 5-8 minutos en constante movimiento. Esto se realizó con la finalidad de evitar la oxidación, mantener su sabor y mantener la estabilidad de los trozos y de sus propiedades.
- **Ecurrido:** Se escurrió la disolución de ácido agregado utilizando un colador para obtener solamente cubos de sábila y así, evitaremos obtener un polvo con acidez establecida y un secado en menos tiempo. Además, para eliminar algunos residuos de acíbar adheridos a la parte cortada.
- **Secado:** Se realizó el secado colocando 100 g de filete troceado, en papel de aluminio, el secado se optó por realizarlo a temperatura ambiente, de 5 a 8 días hasta que se encuentren completamente seco, o también se puede optar usar una estufa a temperatura de 40 °C para su respectivo secado.
- **Triturado:** Una vez seco, se realizó el triturado mediante una trituradora con el fin de reducir en partículas pequeñas, así mismo cabe indicar que se puede utilizar morteros y licuadoras.
- **Tamizado:** Se realizó mediante un tamiz N° 50, obteniéndose un polvo fino higroscópico de color amarillo pálido, olor característica vegetal, soluble en agua con una humedad de 9,6%.
- **Pesado 11:** Se realiza el pesado del polvo obtenido para determinar el rendimiento.
- **Envasado:** Se prefiere conservar en frascos de color oscuros o ámbar para que no reaccione con la luz, en un lugar fresco y seco, hasta su uso.

APLICACIÓN

- De acuerdo a las necesidades y concentraciones establecido en el estudio.

Nota. Protocolo de obtención del mucílago en polvo de sábila, incluye los procedimientos a seguir desde su obtención hasta su aplicación (Zabaleta, J., & Trauco, I., 2012).

ANEXO 11

PRUEBA O TEST DE JARRAS

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA DE JARRAS
INTRODUCCIÓN
Se tuvo la necesidad de contar con el procedimiento de la prueba de jarras que se realizó en la investigación titulada: Efectividad del cloruro férrico y el mucílago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos, Huánuco 2024.
OBJETIVO
Contar con procedimiento de las pruebas de jarras para el presente estudio.
ALCANCE Y APLICACIÓN
El presente procedimiento de prueba de jarras, sirvió específicamente para el desarrollo de esta investigación, por lo que se aplicará en el proceso de obtención de la concentración óptima y aplicación de las dosis.
PREPARACIÓN DE MATERIALES, EQUIPOS E INDUMENTARIA DE PROTECCIÓN
• Materiales e instrumentos: Probeta, Matraz Aforado, Vaso de Precipitado, Frascos De Vidrio, Pipeta, Varilla de Agitación, Jeringa, Otros. • Equipos: Balanza Analítica Digital, Turbidímetro, Multiparámetro, Colorímetro, Potenciómetro, Cámara fotográfica, Otros. • Insumos: Coagulante cloruro férrico y mucílago de sábila. • Indumentaria de protección: Guantes, Lentes, Mascarilla, Guardapolvo. • Formatos: Ficha de registro de campo, Etiquetas, Otros. • Otros: Lapicero, Plumones, Cinta Adhesiva, Papel, Libreta de Campo, Tablero, Otros según vea necesario.
TEST O PRUEBA DE JARRAS
1. Si requirió un volumen de 6 litros para esta prueba, se coloca 1 litro de muestra de agua de camal de pollos en cada uno de los seis recipientes. 2. Se debe contar con las concentraciones de coagulantes ya preparadas (de acuerdo a la tabla 5) en matraz o jeringas de acuerdo a conveniencia. 3. Se realizó la agitación y/o mezcla de manera manual de acuerdo a lo siguiente: (1: velocidad de mezcla rápida, a una velocidad constante por 01 minuto, y 2: mezcla lenta a una velocidad constante por 10 minutos, 3: sedimentación o reposo una vez finalizado el proceso de agitación en el test de jarras, se dejó las muestras sin agitación, en reposo, por un periodo de 20 minutos y 24 horas en ambos tiempos se tomaron los datos (véase tabla 7 y 8). 4. Ya calculado las diferentes concentraciones, se coloca una dosis distinta en cada jarra, justo en el momento en el que comienza la mezcla rápida. 5. Se inicia con el programa secuencial y se observa el comportamiento de cada jarra. 6. Cumplido la programación establecida, y al final del reposo se observó el volumen de los sedimentos generados. 7. Se extrae una muestra del agua clarificada se descartan los primeros 10 ml de muestra de cada jarra, retenidos en la superficie, y se procede a recolectar el sobrenadante de cada jarra, en un volumen aproximado de 600 ml (Dicha muestra es la que se analiza). 8. Se analizó los parámetros que se establecieron para el estudio, de acuerdo a la ficha 2, y se comparan los resultados con la normativa vigente, LMP y/o VMA según corresponda (véase anexos 13, 14, 15, 17 y 18). 9. Considerar que todo lo acontecido y realizado se tomó nota en la ficha 2, ficha 3 u cuaderno de campo según correspondió. 10. La concentración de coagulante que presento mejores resultados se utilizó para aplicarlo en diferentes dosis, para ello considerar las dosis establecidas en la tabla 3. a) Una vez preparado el coagulante en dosis de acuerdo a la tabla 3, se repitió los mismos pasos y procedimientos del 3 al 9.
El objetivo de la prueba de jarras fue encontrar la dosis óptima para el proceso unitario que produzca la mejor calidad de agua posible.

Sobrenadante: Es el nombre dado al líquido que se encuentra sobre un precipitado o sedimento. Por lo general, el líquido es translúcido. El término se aplica mejor al líquido por encima de una reacción de precipitación, después de que el precipitado se haya asentado.

Nota. El procedimiento de la prueba de jarras, incluye los materiales, equipos, insumos necesarios y el procedimiento. Se realizó de acuerdo a (Agencia Digital, 2018) y Adrián et al. (2020).

ANEXO 12

GUÍA PRÁCTICA DE LA INVESTIGACIÓN

Obtención del mucílago de la sábila	
- Este coagulante se debe extraer de acuerdo al protocolo de extracción del mucílago en polvo de la sábila (véase anexo 10). - Se recomienda que todo el proceso de obtención del mucílago en polvo de la sábila se realice, monitoree adecuada y minuciosamente.	
PREPARACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE COAGULANTES	
Preparación de materiales, equipos e indumentaria de protección	•Materiales e instrumentos: Probeta, Matraz aforado, Vaso de Precipitado, Frascos de Vidrio, Pipeta, Varilla de Agitación, Jeringa, Otros. •Equipos: Agitador, Floculador, Balanza Analítica Digital, Turbidímetro, Multiparámetro, Colorímetro, Potenciómetro, Cámara Fotográfica, Otros. •Insumos: Coagulante cloruro férrico en polvo y mucílago de sábila en polvo. •Indumentaria de protección: Guantes, Lentes, Mascarilla, Guardapolvo. •Formatos: Ficha de registro de campo, Etiquetas, Otros. •Otros: Lapicero, Plumones, Cinta Adhesiva, Papel, Libreta de Campo, Tablero, Otros según vea necesario.
Preparación de las concentraciones de coagulantes	1. Ya obtenido los coagulantes (cloruro férrico y mucílago de sábila) se preparan en distintas concentraciones esto de acuerdo a la tabla 4 (denominadas solución madre). Para ello se realiza lo siguiente: a) Se establece las concentraciones 300, 900, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 y 10000 ppm, las cuales se obtienen al preparar una solución madre para el primero se adiciona 0.1 gramo de coagulante en un litro de agua destilada ello para obtener una concentración de 100 ppm, por lo que se repite el mismo procedimiento para las demás concentraciones, esto se puede preparar en vasos precipitase para luego pasarlo a los matraces aforados de acuerdo a las tablas 4 y 7, y los anexos 16 y 17. Ya obtenido las soluciones madres a distintas concentraciones se realiza la prueba de jarras tal como se detalla en el anexo 11, 15 y 17.
ALCANCE Y APLICACIÓN	
La presente guía práctica de la investigación, sirvió específicamente para el desarrollo de esta investigación, por lo que se aplicó en el proceso de obtención de la concentración óptima y aplicación de las dosis.	

ANEXO 13

DECRETO SUPREMO N.º 010-2019-VIVIENDA; DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA EL REGLAMENTO DE VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES (VMA) PARA LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS EN EL SISTEMA A DE ALCANTARILLADO SANITARIO

ANEXO N° 1

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	DBO ₅	500
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	1000
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	S.S.T.	500
Aceites y Grasas	mg/l	A y G	100

ANEXO N° 2

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/l	Al	10
Arsénico	mg/l	As	0.5
Boro	mg/l	B	4
Cadmio	mg/l	Cd	0.2
Cianuro	mg/l	CN ⁻	1
Cobre	mg/l	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/l	Cr ⁶⁺	0.5
Cromo total	mg/l	Cr	10
Manganeso	mg/l	Mn	4
Mercurio	mg/l	Hg	0.02
Níquel	mg/l	Ni	4
Plomo	mg/l	Pb	0.5
Sulfatos	mg/l	SO ₄ ⁻²	1000
Sulfuros	mg/l	S ⁻²	5
Zinc	mg/l	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	NH ⁴⁺	80
Potencial Hidrógeno	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables	ml/h	S.S.	8.5
Temperatura	°C	T	<35

- (1) La aplicación de estos parámetros a cada actividad económica por procesos productivos, es la predada en el presente Reglamento tomando como referencia el código CIIU. Aquellas actividades que no estén incluidas en este código, deben cumplir con los parámetros indicados en el presente Anexo. Los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 del presente Reglamento, son determinados a partir del análisis de muestras puntuales.
- (2) Las concentraciones de los parámetros establecidos en los Anexos N° 1 y N° 2 deben ser determinadas a partir del análisis de muestras puntuales.

ANEXO 14

DECRETO SUPREMO N.º 003-2010-MINAM; DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS O MUNICIPALES

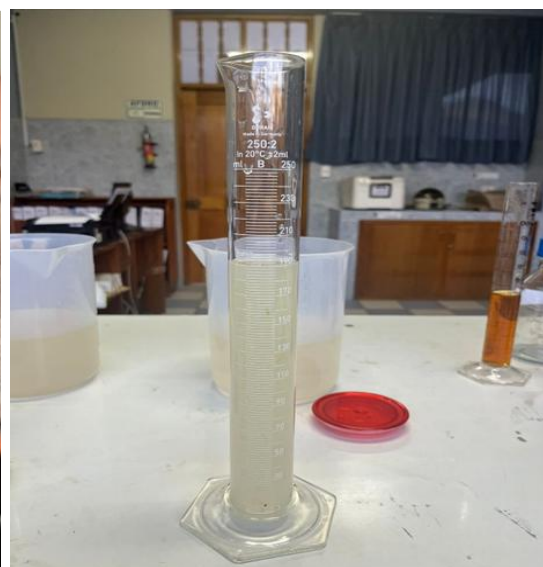
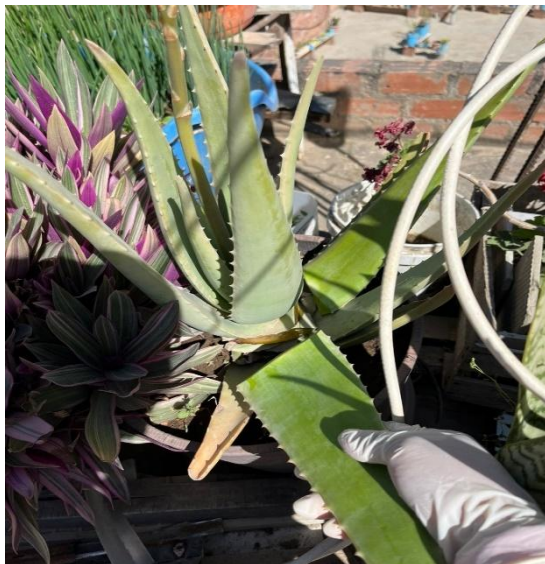
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO			UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas			mg/L	20
Coliformes Termotolerantes			NMP/100 mL	10,000
Demanda	Bioquímica	de	mg/L	100
Oxígeno				
Demanda	Química	de	mg/L	200
Oxígeno				
pH			unidad	6.5-8.5
Sólidos	Totales	en	mL/L	150
Suspensión				
Temperatura			°C	<35

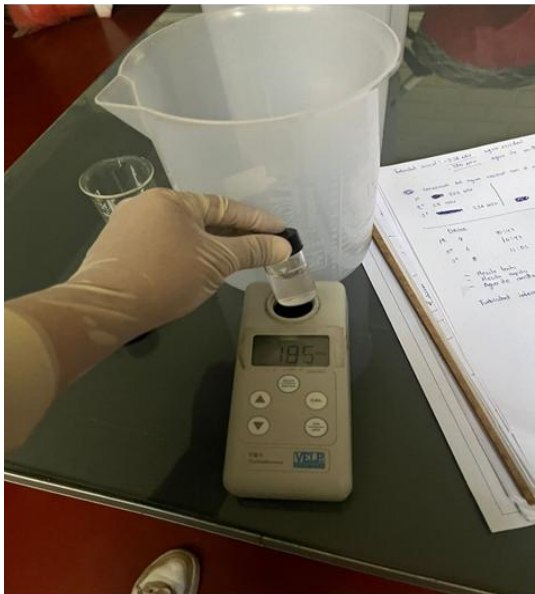
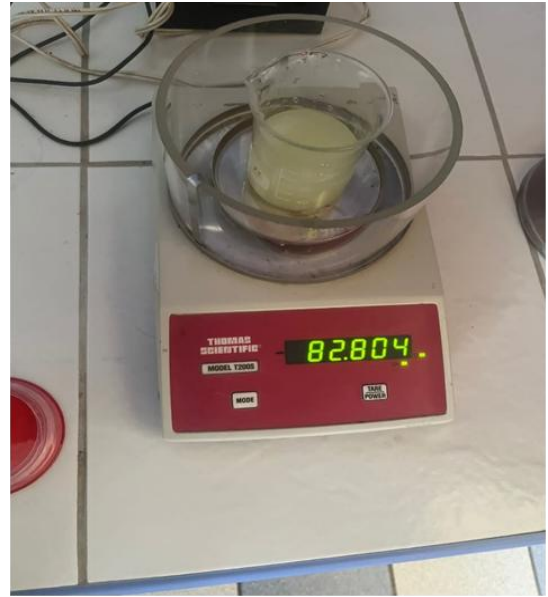
ANEXO 15

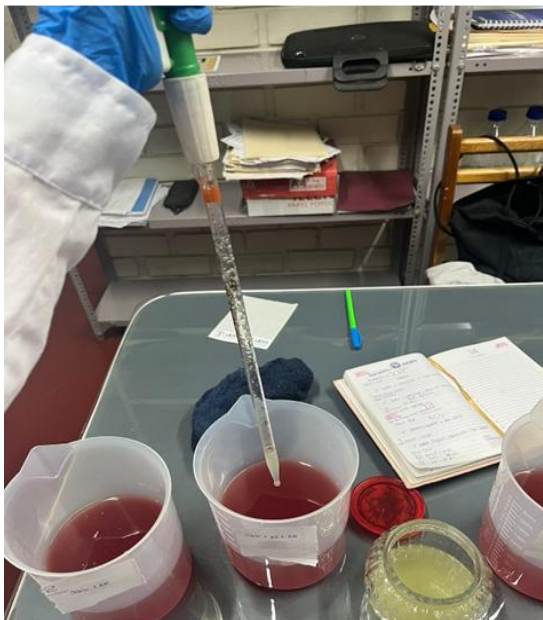
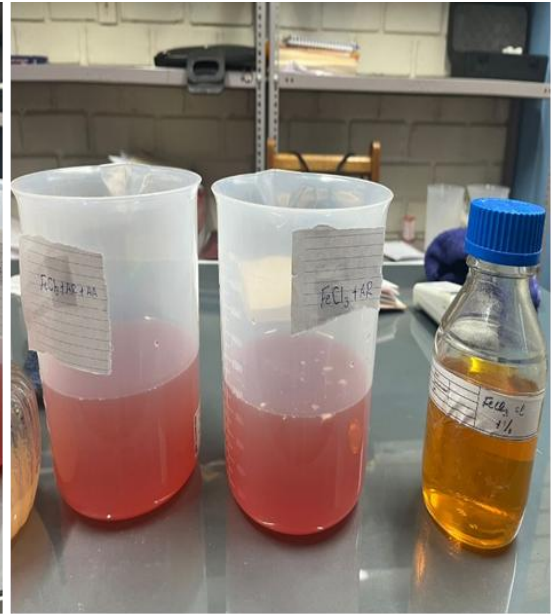
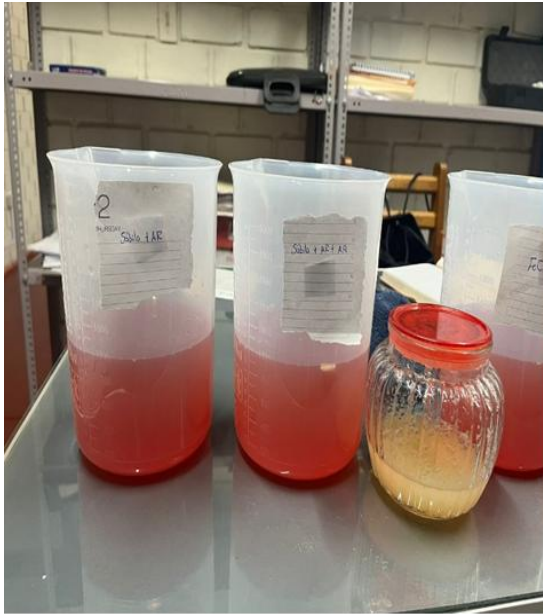
PANEL FOTOGRÁFICO DE LA OBTENCIÓN DEL MUCÍLAGO

DE SÁBILA



PANEL FOTOGRÁFICO DE LA PRUEBA DE ENSAYO Y ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS







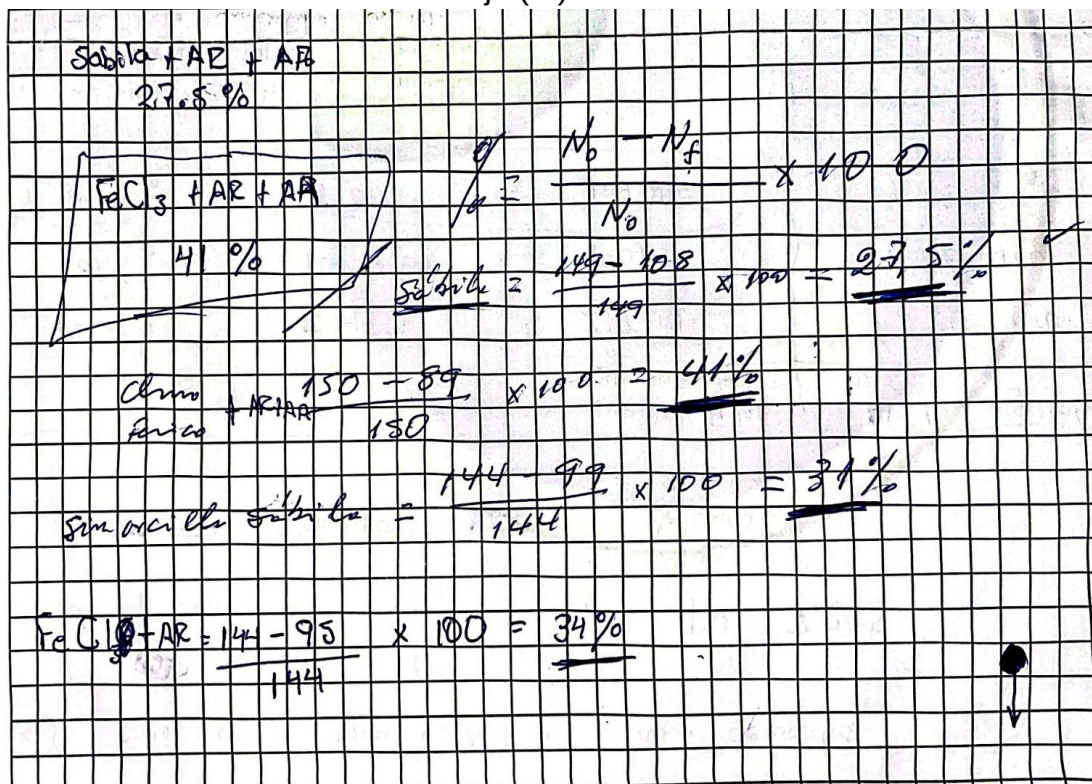




ANEXO 16

DATOS HALLADOS EN LA ETAPA DE CAMPO DE LA INVESTIGACIÓN

Porcentaje (%) de remoción



TURBIEDAD INICIAL

26/06/24

Turbidez Inicial

Agua de arcilla = 246 NTU

Agua Residual = 43.7 NTU

FeCl_3

JARRA N°	Turbidez Inicial	PPM	Dosis (ml)	Nf (20 min)	Nf (24 horas)	% Remoción 20 min.	% Remoción (24 horas)
1	67.7	80	8ml	64.2	44.0	5.16 %	35.0 %

SÁBILA

JARRA N°	Turbidez Inicial	PPM	Dosis (ml)	Nf (20 min.)	Nf (24 horas)	% Remoción (20 min.)	% Remoción (24 horas)
1	82.4	3000	3ml	66.4 NTU	36.6 NTU	19.41 %	55 %

Turbidez Inicial
 Agua de arcilla = 521 NTU
 Agua Residual = 109 NTU

FeCl₃

JARRA N°	Turbidez Inicial	PPM	Dosis (ml)	Nf (20 min)	Nf (24 horas)	% Remoción (20 min)	% Remoción (24 horas)
1	137 NTU	80	8 ml	97.4 NTU	49.9 NTU	28.9 %	63.5 %

SABILA

JARRA N°	Turbidez Inicial	PPM	Dosis (ml)	Nf (20 min)	Nf (24 horas)	% Remoción (20 min)	% Remoción (24 horas)
1	143 NTU	3000	3 ml	97.2 NTU	42.0 NTU	32.0 %	70.6 %

CLORURO FÉRRICO AL 1%

$$\frac{1g}{100} = \frac{10g}{1000ml} = \frac{10000mg}{1000000ml} = 10mg/ml \text{ al } 1\%$$

$$10 \frac{mg}{ml} \times V = 20 \frac{mg}{L} = \frac{20mg}{1000ml} = 0.020 \frac{mg}{ml} \times 1000ml = 20$$

$$V_1 = \frac{20}{10} = 2ml \text{ (/ 20 ppm) al } 1\%$$

$$V_2 = 4ml \text{ (/ 40 ppm)}$$

$$V_3 = 6ml \text{ (/ 60 ppm)}$$

$$V_4 = 8ml \text{ (/ 80 ppm)}$$

$$V_5 = 10ml \text{ (/ 100 ppm)}$$

$$100 \frac{mg}{L} \times 4L = 400mg \approx 0.4g$$

Turbidez 80 NTU

$$\approx 100 \frac{mg}{L} \times 10L = 1000mg \rightarrow 1g$$

1g

mg de o' $\rightarrow$ g de adsorbido / g de adsorbente (centes)

A1

A2

B1

B2

DETERMINACIÓN DEL COLOR

DETERMINACIÓN DE COLOR

- 1 VASO PRESIPITADO → 100 % Agua residual de camal de pollo → 100 ml
- 2 VASO PRESIPITADO → 50 % Agua Residual de camal de pollo → 100 ml
 Agua Limpia → 100 ml
 (100 - 50 = 50 %)
- 3 VASO PRESIPITADO → 25 % Agua Residual de camal de pollo → 100 ml
 Agua Limpia → 300 ml
 (100 - 25 = 75 %)
- 4 VASO PRESIPITADO → 20 % Agua Residual de camal de pollo → 100 ml
 (100 - 20 = 80 %) Agua Limpia → 400 ml
- 5 VASO PRESIPITADO → 0 % Agua Limpia → 100 ml

Determinación de la Concentración

VASO 2

Concentración = C_x

Volumen = V_x

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$(100\%) \times (100) = C_2 \times (200)$$

$$C_2 = \frac{10000}{200} = 50\%$$

VASO 3

$$(100\%) \times (300) = C_2 \times (400)$$

$$C_2 = \frac{30000}{400} = 75\%$$

VASO 4

$$(100\%) \times (400) = C_2 \times (500)$$

$$C_2 = \frac{40000}{500} = 80\%$$

OBTENCIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA

22/05/24

AGUA RESIDUAL

(Río Higueros)

1L de Agua en Cada coagulante

JARRA	Turbidez No	PPM	Dosis Sábilo (ml)	Nf (20 min.)	Nf (24 horas)
1	49.1	3000	3	42.5	27 NTU

SABILA

% remoción 20 min.	% remoción 24 horas
13.4 %	45 %

Sábila en gel sin arena

FeCl₃ (1%)

JARRA	Turbidez No	Ppm	Dosis (ml)	Nf (20 min.)	Nf (24 horas)	% Remoción 20 min.	% remoción 24 horas
1	49.1	20	2	44.2	29.3 NTU	9.9 %	40.3 %

AGUA (CAHAL DE POLLO)

28/05/24

JARRA	TURBIDEZ	Ppm	Dosis (ml)	Nf (20 min.)	% de remoción (20 min.)
1º	139 NTU	300	0.3	127	8.6 %
2º	139 NTU	900	0.9	116	16.5 %
3º	139 NTU	1000	1	111	20.1 %
4º	139 NTU	1500	1.5	115	17.2 %
5º	139 NTU	1800	1.8	125	10.0 %
6º	139 NTU	2000	2	109	21.5 %

SABILA

sin arena

JARRA	TURBIDEZ	Ppm	Dosis (ml)	Nf (20 min.)	% de remoción (20 min.)
1º	84.4	3	0.3	83.0	1.6 %
2º	84.4	9	0.9	83.8	0.7 %
3º	84.4	10	1	80.2	4.9 %
4º	84.4	15	1.5	83.6	0.9 %
5º	84.4	18	1.8	84.2	0.2 %
6º	84.4	20	2	81.2	3.3 %

FeCl₃ al 1%

sin arena

04/06/24

JARRA	Turbidez Inicial	PPM	Dosis (ml)	Nf (20 min.)	% Remoción (20')
1	134	2000	2	118 NTU	11.9%
2	134	4000	4	100 NTU	25.3%
3	134	6000	6	103 NTU	23.1%
4	134	8000	8	133 NTU	0.7%
5	134	10000	10	101 NTU	24.6%

$$\%R = \frac{134 - 100}{134}$$

SABILA

Sorrel

FeCl₃

JARRA	Turbidez Inicial	ppm	Dosis (ml)	Nf (20 min.)	% Remoción 20 min.
1	134	20	2	101 NTU	24.6%
2	134	40	4	91.3 NTU	32%
3	134	60	6	96.7 NTU	27.8%
4	134	80	8	96.6 NTU	27.9%
5	134	100	10	106 NTU	20.8%

FeCl₃

Sorrel

06/06/24

950 ml de agua de canal de pollo
50 ml de agua de arcilla

FeCl₃

JARRA	Turbidez Inicial	ppm	Dosis (ml)	Nf (20 min.)	Nf (24 horas)	% 20'	% 24 horas
1	225	40	4	219	55.0	2.6%	75.5%
2	211	60	6	170	52.6	19.4%	75.0%
3	226	80	8	159	41.1	29.6%	81.8%
4	158	100	10	124	38.3	21.5%	75.3%
5	173	120	12	134	36.3	22.5%	79.0%
6	177	140	14	127	34.2	28.2%	80.6%

75.3%

Nf Agua residual = 328 NTU
Agua de arcilla = 280 NTU

Jarra ①②③

Nf Agua residual = 189
Agua de arcilla = 203

80.6% ④⑤⑥

10/06/24

JARRA Nº	TURBIDEZ N ₀	PPm	Dosis (ml)	N _f (20min)	N _f (24 horas)	% 24 horas	Turbidez Inicial
1º	156	1000	1	137	37.9	12.1%	Agua Residual = 369 NTU Agua de arcilla = 275 NTU
2º	287	3000	3	124	35.9	56.8%	→ dosis optima 84.4%
3º	136	6000	6	133	34.9	2.2%	74.3%
4º	145	10000	10	135	36.9	6.8%	SABILA 74.5%
5º	109	12000	12	105	40.2	3.6%	63.1%
6º	119	15000	15	109	42.0	8.4%	64.3%

12/06/24

DOSIS OPTIMA

JARRA Nº	TURBIDEZ N ₀	PPm	DOSIS (ml)	N _f (20min)	N _f (24 horas)	% 24 horas	Turbidez Inicial
1	144	3000	3	98.8	31.6	31.3%	Agua Residual = 144 NTU Agua de arcilla = 280 NTU
2	149	3000	3	108	36.2	31.3%	SABILA 72.3%
						← CON ARCILLA 27.5%	75.8%

JARRA Nº	TURBIDEZ N ₀	PPm	DOSIS (ml)	N _f (20min)	N _f (24 horas)	% 24 horas	Turbidez Inicial
1	144	80	8	94.7	21.4	34%	Agua Residual = 144 NTU 85% Agua de arcilla = 280 NTU
2	150	80	8	88.8	20.5	40.5%	86%
						← CON ARCILLA	FeCl ₃

$$\% \text{remoción} = \left(\frac{N_0 - N_f}{N_0} \times 100 \right)$$

14/06/24

∴ 100 ml de arcilla

JARRA Nº	TURBIDEZ No	PPm	Dosis (ml)	Nf (20 min)	Nf (24 horas)	
1	144	2000	2	115	47.5	67.0% SÁBILA 20.1% Turbidez Inicial Agua residual = 130 NTU Agua de arcilla = 379 NTU
2	150	3000	3	110	40.6	26.6% 72.9%
3	146	5000	5	118	43.3	19.1% 70.3%
4	161	7000	7	105	46.1	34.7% 71.3%

17/06/24

JARRA Nº	TURBIDEZ Nº	PPm	Dosis (ml)	Nf (20 min)	Nf (24 horas)	
1	155	80	8	131	34.1	78.0% 15.4% Turbidez Inicial Agua residual = 122 NTU Agua de arcilla = 377 NTU
2	144	100	10	138	36.0	4.1% 75%
3	156	120	12	145	35.1	7.0% 77.5%
4	161	140	14	128	35.6	20.4% 77.8%

Fe 3

DETERMINACIÓN DEL PPM

PPM

FeCl_3 1% $\frac{1g}{100ml} = \frac{1000mg}{100ml} = 10 \frac{mg}{ml} \times 10ml = 100mg$

$C = 100 \text{ ppm}$ FeCl_3

100mg

1L

Soluble

10 ml $\rightarrow$ 10 ml

1000 ml $\rightarrow$ 1000 ml

10 ml

$\frac{10000mg}{1000ml = 1L} = 10000mg/L = 10000 \text{ ppm}$

14 ml

16 ml

18 ml

20 ml

10 ml soluble

1L

1 ml soluble $= \frac{1000mg}{1L} = 1000 \text{ ppm}$

Soluble $\rightarrow$ 0.1 ml

100 ppm

Soluble $\rightarrow$ 0.5 ml

500 ppm

1) 1000 ppm $\rightarrow$ 1.0 ml

2) 3000 ppm $\rightarrow$ 3.0 ml

3) 6000 ppm $\rightarrow$ 6.0 ml

4) 10000 ppm $\rightarrow$ 10.0 ml

5) 12000 ppm $\rightarrow$ 12 ml

6) 15000 ppm $\rightarrow$ 15 ml

$N_i(t=0)$ $N(t=1hr)$ $N(t=24hr)$

$N_i(t=0)$ $N(t=1hr)$ $N(t=24hr)$

ANEXO 17

CÁLCULOS REALIZADOS EN EL LABORATORIO (FASE EXPERIMENTAL)

Tabla 18

Obtención de datos en la investigación (fase de campo)

DETERMINACIÓN DEL COLOR			
1 vaso Precipitado	→	100 % Agua residual de camal de pollo	→ 100 ml
2 vaso Precipitado	→	50 % Agua residual de camal de pollo (100-50= 50%) Agua limpia	→ 100 ml → 100 ml
3 vaso Precipitado	→	50 % Agua residual de camal de pollo (100-20= 75%) Agua limpia	→ 100 ml → 300 ml
4 vaso Precipitado	→	50 % Agua residual de camal de pollo (100-20= 80%) Agua limpia	→ 100 ml → 400 ml
5 vaso Precipitado	→	0 % Agua residual de camal de pollo (100-0= 100%) Agua limpia	→ 0 ml → 100 ml
DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN			
VASO 2			
Concentración = Cx		(100%) x (100) = C2 x (200)	
Volumen = Vx		C2 = 1000/200 = 50%	
C1 x V1 = C2 x V2			
VASO 3			
		(100%) x (300) = C2 x (400)	
		C2 = 3000/400 = 75%	
VASO 4			
		(100%) x (400) = C2 x (500)	
		C2 = 4000/500 = 80%	

Observaciones: Se preparo varias concentraciones en combinación de agua de camal de pollos con agua limpia, así como también de forma independiente.

Nota. La presente tabla muestra la determinación del color y la concentración en porcentajes de los insumos utilizados en la investigación (véase el anexo 15 y 16).

Tabla 19

Determinación del cloruro férrico al 1 %

CLORURO FÉRRICO AL 1%	
1g/100 = 10g/1000ml= 1000mg/100ml=10 mg/ml al 1%	
10 mg/ml x V = 20 mg/L = 20mg/100ml= 0.020 mg/ml X 1ml = 20	
V1 = 20/10 = 2 ml (/20 ppm) de 1 %	
V1 = 4 ml (/40 ppm)	
V2 = 6 ml (/60 ppm)	
V3 = 8 ml (/80 ppm)	
V4 = 4 ml (/40 ppm)	
V5 = 10 ml (/100 ppm)	
Turbiedad 80 NTU	10 mg/L X 4L = 400 mg
= 100 mg/L X 10 L = 1000 mg = 1g (g de absorbido/g de absorbente)	

Observaciones: Se realizó los cálculos correspondientes con la finalidad de determinar el cloruro férrico al 1 % la misma fue utilizada en la investigación.

Nota. La presente tabla muestra la determinación del cloruro férrico al 1 % y su forma de utilización (véase el anexo 15 y 16).

Tabla 20

Determinación del ppm de los insumos (FeCl₃ y sábila)

DETERMINACIÓN DEL PPM		
FeCl₃	1 g/100ml= 1000mg/100ml=10 mg/ml X 10 ml = 10 mg C = 100 ppm (FeCl ₃)	
Sábila	10 ml = 10 g = 10000mg/1000 ml = 10000mg/L = 10000 ppm = 10 ml sábila/L 1 ml sábila = 1000mg/L = 1000 ppm	
Sábila	→	ml sábila
100 ppm	→	0.1 ml
500 ppm	→	0.5 ml
1000 ppm	→	1.0 ml
3000 ppm	→	3.0 ml
6000 ppm	→	6.0 ml
10000 ppm	→	10.0 ml
12000 ppm	→	12 ml
15000 ppm	→	15 ml

Nota. La presente tabla muestra la determinación del PPM (FeCl₃ y sábila) y su forma de utilización (véase el anexo 15 y 16).

ANEXO 18

INFORMES DE ENSAYOS DEL LABORATORIO

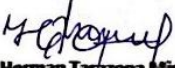
 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO UDH UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO	LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA	 UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO UDH UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
	LABORATORIO DE ENSAYO	

INFORME DE ENSAYO N° 11- 2024

Solicitante: alumna de Ingeniería Ambiental Katherine Villegas Orbezo
Proyecto de tesis: Efectividad del cloruro férrico y el mucilago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos-Huánuco, 2024
Tipo de muestra: agua residual de camal de pollos
Cantidad de muestras: 1 frascos de 600 ml c/u
Fecha y hora de muestreo: 26/6/2024
Procedencia de las muestras: camal de pollos
Ubicación del punto de muestreo: se indica en resultados
Procedimiento de muestreo: muestreado por el solicitante
Lugar y recepción de la muestra: Ciudad Universitaria La Esperanza – Edificio 3-Lab 101
Fecha de recepción de la muestra: 26/6/2024
Estado y condiciones de la muestra: Conservado
Fecha de ejecución del ensayo: Del 26/6/2024 al 01/7/2024
Resultados:

agua residual , ubicación: E:364082.42 m, N:8902122.77 m; altitud: 1900 msnm	
Propiedades Físico Químicas:	
Demanda Química de oxígeno, DQO, mg/L	1240
pH	6.30
Sólidos suspendidos totales, mg/L	180
Turbiedad, NTU	123
Propiedades Microbiológicas:	
Coliformes totales, bacterias/ml	> 2500 bacterias/ml

Informe autorizado por:


Ing. Herman Tarazona Mirabal
C.I.P. 14643
Director Técnico del Laboratorio

Fecha de emisión: 2/07/2024

Carretera Huánuco Tingo María Km. 8

Email: lab_bioteecnologia@gmail.edu.pe

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito del LBT-UDH. Solamente originales son válidos y el LBT-UDH no se responsabiliza por las copias. Estos resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas por el laboratorio

LBT-FGR-63

Pag. 1de1

	LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA LABORATORIO DE ENSAYO	
--	---	--

INFORME DE ENSAYO N° 12- 2024

Solicitante: alumna de Ingeniería Ambiental Katherine Villegas Orbezo
Proyecto de tesis: Efectividad del cloruro férrico y el mucilago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos-Huánuco, 2024
Tipo de muestra: agua residual de camal de pollos tratada con coagulantes
Cantidad de muestras: 2 frascos de 600 ml c/u
Fecha y hora de muestreo: 26/6/2024
Procedencia de las muestras: camal de pollos
Ubicación del punto de muestreo: se indica en resultados
Procedimiento de muestreo: muestreado por el solicitante
Lugar y recepción de la muestra: Ciudad Universitaria La Esperanza – Edificio 3-Lab 101
Fecha de recepción de la muestra: 26/6/2024
Estado y condiciones de la muestra: Conservado
Fecha de ejecución del ensayo: Del 26/6/2024 al 01/7/2024

Resultados:

agua residual tratada con cloruro férrico, ubicación: E:364082.42 m, N:8902122.77 m; altitud: 1900 msnm	
Propiedades Físico Químicas:	
Demanda Química de oxígeno, DQO, mg/L	1060
pH	6.478
Sólidos suspendidos totales, mg/L	20
Turbiedad, NTU	14
Propiedades Microbiológicas:	
Coliformes totales, bacterias/ml	240 bacterias/ml
agua residual tratada con sábila, ubicación: E:364082.42 m, N:8902122.77 m; altitud: 1900 msnm	
Propiedades Físico Químicas:	
Demanda Química de oxígeno, DQO, mg/L	600
pH	6.328
Sólidos suspendidos totales, mg/L	20
Turbiedad, NTU	18
Propiedades Microbiológicas:	
Coliformes totales, bacterias/ml	23 bacterias/ml

Informe autorizado por:

Ing. Herman Tarazona Mirabal
 C.L.P. 14643
 Director Técnico del Laboratorio

Fecha de emisión: 2/07/2024

Carretera Huánuco Tingo María Km. 8

Email: lab_biotecnologia@gmail.edu.pe

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito del LBT-UDH. Solamente originales son válidos y el LBT-UDH no se responsabiliza por las copias. Estos resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas por el laboratorio

LBT-FGR-63

Pag. 1de1

	LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA LABORATORIO DE ENSAYO	
---	---	---

INFORME DE ENSAYO N° 14- 2024

Solicitante: alumna de Ingeniería Ambiental Katherine Villegas Orbezo
Proyecto de tesis: Efectividad del cloruro férrico y el mucilago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos-Huánuco, 2024
Tipo de muestra: agua residual de camal de pollos
Cantidad de muestras: 1 frascos de 600 ml c/u
Fecha y hora de muestreo: 09/07/2024
Procedencia de las muestras: camal de pollos
Ubicación del punto de muestreo: se indica en resultados
Procedimiento de muestreo: muestreado por el solicitante
Lugar y recepción de la muestra: Ciudad Universitaria La Esperanza – Edificio 3-Lab 101
Fecha de recepción de la muestra: 09/07/2024
Estado y condiciones de la muestra: Conservado
Fecha de ejecución del ensayo: Del 09/07/2024 al 11/07/2024

Resultados:

agua residual , ubicación: E:364082.42 m, N:8902122.77 m; altitud: 1900 msnm	
Propiedades Físico Químicas:	
Demanda Química de oxígeno, DQO, mg/L	1520
pH	6.336
Sólidos suspendidos totales, mg/L	200
Turbiedad, NTU	140
Propiedades Microbiológicas:	
Coliformes totales, bacterias/ml	1920 bacterias/ml

Informe autorizado por:


Ing. Herman Tarazona Mirabal
 C.P. 14643
 Director Técnico del Laboratorio

Fecha de emisión: 11/07/2024

Carretera Huánuco Tingo María Km. 8

Email: lab_biotecnologia@gmail.edu.pe

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito del LBT-UDH. Solamente originales son válidos y el LBT-UDH no se responsabiliza por las copias. Estos resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas por el laboratorio

LBT-FGR-63

Pag. 1de1

	LABORATORIO DE BIOTECNOLOGIA LABORATORIO DE ENSAYO	
---	--	---

INFORME DE ENSAYO N° 15- 2024

Solicitante: alumna de Ingeniería Ambiental Katherinne Villegas Orbezo
Proyecto de tesis: Efectividad del cloruro férrico y el mucilago de la sábila en el proceso de coagulación de aguas residuales procedentes del camal de pollos-Huánuco, 2024
Tipo de muestra: agua residual de camal de pollos tratada con coagulantes
Cantidad de muestras: 2 frascos de 600 ml c/u
Fecha y hora de muestreo: 09/07/2024
Procedencia de las muestras: agua de camal de pollos tratada
Ubicación del punto de muestreo: se indica en resultados
Procedimiento de muestreo: muestreado por el solicitante
Lugar y recepción de la muestra: Ciudad Universitaria La Esperanza – Edificio 3-Lab 101
Fecha de recepción de la muestra: 11/07/2024
Estado y condiciones de la muestra: Conservado
Fecha de ejecución del ensayo: Del 09/07/2024 al 11/07/2024

Resultados:

agua residual tratada con cloruro férrico, ubicación: E:364082.42 m, N:8902122.77 m; altitud: 1900 msnm	
Propiedades Físico Químicas:	
Demanda Química de oxígeno, DQO, mg/L	1040
pH	6.976
Sólidos suspendidos totales, mg/L	30
Turbiedad, NTU	29
Propiedades Microbiológicas:	
Coliformes totales, bacterias/ml	200 bacterias/ml
agua residual tratada con sábila, ubicación: E:364082.42 m, N:8902122.77 m; altitud: 1900 msnm	
Propiedades Físico Químicas:	
Demanda Química de oxígeno, DQO, mg/L	880
pH	6.790
Sólidos suspendidos totales, mg/L	30
Turbiedad, NTU	33
Propiedades Microbiológicas:	
Coliformes totales, bacterias/ml	80 bacterias/ml

Informe autorizado por:


Ing. Herman Tarazona Mirabal
CLP. 14643
Director Técnico del Laboratorio

Fecha de emisión: 11/07/2024

Carretera Huánuco Tingo María Km. 8

Email: lab_biotecnologia@gmail.edu.pe

El presente informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente excepto con la aprobación por escrito del LBT-UDH. Solamente originales son válidos y el LBT-UDH no se responsabiliza por las copias. Estos resultados se refieren únicamente a las muestras recibidas por el laboratorio

LBT-FGR-63

Pag. 1de1