

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Comparación del efecto coagulante de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico”

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

AUTORA: Orneta Rivera, Nicolaza Dalvhy

ASESOR: Zacarias Ventura, Héctor Raúl

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

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): 72265091

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22515329

Grado/Título: Doctor en ciencias de la educación

ORCID: 0000-0002-7210-5675

DATOS DEL JURADO:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Vásquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofía	Maestro en ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible.	43616954	0000-0002-7194-3714



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 17:00 horas del día 25 del mes de setiembre 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. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Yasser Vasquez Baca (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1889-2025-D-FI-UDH** para evaluar la Tesis intitulada: "**COMPARACION DEL EFECTO COAGULANTE DE LA TUNA (*Opuntia ficus-indica*) Y LA SÁBILA (*Aloe vera*) EN LA REDUCCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA PRETRATADA PARA EL USO DOMESTICO**", presentado por el (la) Bach. **ORNETA RIVERA, NICOLAZA DALVHY** 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) A. PROBADA... Por UNANIMIDAD... con el calificativo cuantitativo de 14... y cualitativo de SUFICIENTE (Art. 47)

Siendo las 18:00 horas del día 25 del mes de SEPTIEMBRE del año 2025, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

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

Mg. Yasser Vasquez Baca
DNI: 42108318
ORCID: 0000-0002-7136-697X
Secretario

Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel
DNI: 43616954
ORCID: 0000-0002-7194-3714
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: NICOLAZA DALVHY ORNETA RIVERA, de la investigación titulada "COMPARACIÓN DEL EFECTO COAGULANTE DE LA TUNA (OPUNTIA FICUS-INDICA) Y LA SÁBILA (ALOE VERA) EN LA REDUCCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA PRETRATADA PARA EL USO DOMÉSTICO", con asesor(a) HÉCTOR RAÚL ZACARÍAS VENTURA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 0246-2024-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, 28 de agosto de 2025



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



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

200. NICOLAZA DALVHY ORNETA RIVERA.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

9%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	1%
4	www.digesa.minsa.gob.pe Fuente de Internet	1%
5	repository.upb.edu.co:8080 Fuente de Internet	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687

cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres por haberme formado con valores, haberme apoyado y aconsejado a lo largo de esta etapa universitaria.

A mis hermanos y familiares quienes me brindaron su apoyo incondicional en todo momento para salir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme vida, salud y sabiduría a lo largo de mi estudio universitario.

A mis padres, hermanos y familiares por apoyarme en todo momento ya que sin ellos no hubiera logrado este objetivo.

A la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental y a los maestros por el tiempo y conocimientos que nos brindaron durante esta etapa, sin sus instrucciones profesionales no habría llegado a concluir la carrera.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE	IV
INDICE DE TABLAS	VII
INDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.2.1 PROBLEMA PRINCIPAL.....	19
1.2.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS.....	19
1.3 OBJETIVOS	19
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	20
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	22
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	22
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	24
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	26

2.2.	BASES TEÓRICAS	27
2.2.1.	COAGULACIÓN	27
2.2.2.	TURBIDEZ	39
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	55
2.4.	HIPÓTESIS	57
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	57
2.5.	VARIABLES.....	57
2.5.1.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	57
2.5.2.	VARIABLE DEPENDIENTE	57
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	58
CAPÍTULO III.....		59
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		59
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	59
3.1.1.	ENFOQUE	59
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL.....	59
3.1.3.	DISEÑO	59
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	60
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS... 61	
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	68
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	68
3.3.3.	PARA EL ANÁLISIS EN INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	68
3.3.4.	CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO	68
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	69
CAPÍTULO IV		70
RESULTADOS		70
4.1	PROCESAMIENTO DE DATOS.....	70

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	81
CAPITULO V	84
DISCUSION DE RESULTADOS	84
CONCLUSIONES.....	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS.....	92
ANEXOS.....	99

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Taxonomía del nopal (tuna)	36
Tabla 2	Taxonomía del aloe vera	38
Tabla 3	LMP para agua de consumo humano.....	51
Tabla 4	Resultado de la turbidez del agua pretratada antes y después de la coagulación con la tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) y la sábila (<i>Aloe vera</i>)	70
Tabla 5	Resultado de los parámetros químicos antes y después de la coagulación con <i>Opuntia ficus indica</i> y <i>Aloe vera</i>	74
Tabla 6	Resultado de los parámetros microbiológicos antes y después de la coagulación con <i>Opuntia ficus indica</i> y <i>Aloe vera</i>	78
Tabla 7	Prueba de normalidad de los datos con Shapiro-Wilk.....	80
Tabla 8	Prueba de hipótesis con la t de Student para muestras independientes	81
Tabla 9	Tabla interpretativa para la comparación del efecto coagulante de la tuna y la sábila en la reducción de la turbidez del agua pretratada para uso doméstico	83

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Opuntia ficus-indica.....	34
Figura 2 Aloe vera	37
Figura 3 Flujograma para procesar la tuna.....	62
Figura 4 Flujograma para procesar la sábila	63
Figura 5 Diagrama de comparación de muestras.....	64
Figura 6 Diagrama de método de análisis de las muestras con la penca de tuna.....	65
Figura 7 Diagrama de método de análisis de las muestras con la sábila. .	65
Figura 8 Gráfico de los resultados del pre tes y pos tes aplicando la penca de tuna y sábila en el tratamiento	71
Figura 9 Gráfico de resultado de pH.....	71
Figura 10 Gráfico de resultado de turbidez.....	72
Figura 11 Gráfico de resultado de conductividad eléctrica.....	72
Figura 12 Gráfico de resultado de solidos totales disueltos (STD).....	73
Figura 13. Gráfico de resultados de solidos totales suspendidos (STS).....	73
Figura 14 Gráfico de los resultados de los parámetros químicos antes y después del tratamiento	74
Figura 15 Gráfico de resultados de demanda bioquímica de oxígeno (DBO).....	75
Figura 16 Gráfico de resultados de la demanda química de oxígeno (DQO).....	76
Figura 17. Gráfico de resultados del oxígeno disuelto (OD).....	76
Figura 18. Gráficos de resultado de sulfatos.....	77
Figura 19. Gráfico de resultados de cloruros.....	77
Figura 20 Gráfico de resultados de los parámetros microbiológicos antes y después del tratamiento	78
Figura 21 Gráfico de resultados de coliformes termo tolerantes o fecales...79	79

Figura 22 Gráfico de resultados de coliformes totales.....79

RESUMEN

El objetivo de esta tesis es comparar el efecto coagulante de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*) en la reducción de la turbidez del agua pre tratada para el uso doméstico. Se trató de un estudio prospectivo, longitudinal, analítico y con intervención. La población de estudio fue constituida por el agua pre tratada de la ciudad de Panao, del cual consumen los ciudadanos. Este estudio considerará un diseño ajustado al experimento verdadero ya que se tiene 2 grupos experimentales.

Como resultado, se determinó que existe una mínima diferencia en la capacidad coagulante entre la tuna y la sábila para la remoción de la turbidez del agua pre tratada, la capacidad coagulante que tuvo la tuna fue de 94% y la sábila fue de 96% usando el tratamiento de coagulación y sedimentación, teniendo un 95% de nivel de confianza.

Para este trabajo de investigación se trabajó con dos muestras de los cuales se hizo 5 repeticiones por muestra, midiendo, así como parámetros principales a la turbidez, PH, conductividad y sólidos totales suspendidos y sólidos totales disueltos.

Se trató con 3.4 gr. de sábila en 3 litros de agua al cual se le sometió al agitador magnético por 5 minutos con la velocidad de 350 rpm obteniendo los resultados favorables en cuanto a la turbidez. con el p-valor se logra verificar unas diferencias:

Según resultados con p valor: **pH (0.00)**; Esto significa que la probabilidad de obtener una diferencia tan grande o mayor entre las medias por simple azar es prácticamente nula. Como el p-valor es menor al nivel de significancia (0.05), rechazamos la hipótesis nula y concluimos que existe una diferencia estadísticamente significativa en los valores de pH entre las muestras. **Conductividad (0.00)**; Similar al caso anterior, el p-valor indica que las diferencias observadas en la conductividad no son atribuibles al azar. Esto sugiere una diferencia significativa entre las muestras en términos de conductividad. **Turbidez (0.00)**; Nuevamente, el p-valor menor a 0.05 implica que hay diferencias estadísticamente significativas en la turbidez entre los grupos comparados. **STD (Sólidos Disueltos Totales) 0.01**; Aunque el p-

valor es un poco más alto que en las variables anteriores, sigue siendo menor a 0.05. Esto indica que también hay una diferencia significativa en los sólidos disueltos totales entre las muestras. En todas las variables analizadas, el p-valor es menor al nivel de significancia establecido (0.05). Esto significa que las diferencias observadas entre los grupos no son producto del azar, sino que los tratamientos (o condiciones) aplicados tienen un efecto significativo en los resultados.

Palabras claves: sábila, tuna, sedimentación, coagulación, turbidez

ABSTRACT

The objective of this thesis is to compare the coagulating effect of prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) and aloe (*Aloe vera*) in the reduction of turbidity in pre-treated water for domestic use. This is a prospective, longitudinal, analytical and interventional study. The study population is constituted by the pre-treated water of the city of Panao, which is consumed by the citizens. This study will consider a design adjusted to the true experiment since it has 2 experimental groups.

As a result, it was determined that there is a minimal difference in the coagulating capacity between prickly pear and aloe for the removal of turbidity from pretreated water, the coagulating capacity of prickly pear was 94% and aloe was 96% using coagulation and sedimentation treatment, having a 95% confidence level.

For this research work, two samples were worked with, of which 5 repetitions were made per sample, measuring, as well as main parameters of turbidity, pH, conductivity and total suspended solids and total dissolved solids.

It was treated with 3.4 gr. of aloe in 3 liters of water which was subjected to the magnetic stirrer for 5 minutes at a speed of 350 rpm, obtaining favorable results in terms of turbidity. With the p-value, some differences can be verified:

According to results with p value: pH (0.00); This means that the probability of obtaining such a large or larger difference between the means by simple chance is practically zero. Since the p-value is less than the significance level (0.05), we reject the null hypothesis and conclude that there is a statistically significant difference in the pH values between the samples. Conductivity_DIF (0.00); Similar to the previous case, the p-value indicates that the differences observed in conductivity are not attributable to chance. This suggests a significant difference between the samples in terms of conductivity. Turbidity (0.00); Again, the p-value less than 0.05 implies that there are statistically significant differences in turbidity between the groups compared. STD (Total Dissolved Solids) 0.01; Although the p-value is slightly higher than in the previous variables, it is still less than 0.05. This indicates that there is also a significant difference in total dissolved solids between the

samples. In all variables analyzed, the p-value is less than the established significance level (0.05). This means that the differences observed between the groups are not a result of chance, but that the treatments (or conditions) applied have a significant effect on the results.

Keywords: Aloe vera, prickly pear, sedimentation, coagulation, turbidity.

INTRODUCCIÓN

La investigación titulada “Comparación del efecto coagulante de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*) en la reducción de la turbidez del agua pre tratada para el uso doméstico”.

Su importancia radica en fomentar el uso de los productos naturales para disminuir la turbidez del agua ya que estos productos contienen una sustancia llamada mucílago el cual ayuda a que los fragmentos más pequeños se aglomeren y puedan sedimentarse.

El agua es primordial para que pueda existir vida en el planeta, sin este recurso no podríamos sobrevivir; hoy en día, el agua es cada vez más escasa. Según la ONU aproximadamente 2.2 mil millones de personas carecen de acceso a agua potable gestionada de manera segura. Además, más de 4 mil millones de personas experimentan escasez de agua al menos un mes al año. El cambio climático, el crecimiento poblacional y la sobreexplotación de los recursos hídricos agravan esta situación.

El agua es un recurso renovable, pero a la vez muy costoso de tratar, debido a este problema se dan muchas enfermedades, principalmente son niños los que sufren las enfermedades seguido de las personas de la tercera edad enfermedades como la diarrea, Cólera, Hepatitis A e infecciones por salmonella.

Hoy en día venimos pasando una gran problemática con respecto al agua potable, que dichas aguas no cumplen las medidas determinadas por la normativa de la mejora del líquido para que las personas puedan consumir, debido al mal funcionamiento de los procesos que tiene una planta de tratamiento. Bajo esta problemática se observó que este tipo de agua no cumple con los parámetros físicos (turbiedad, color y pH) lo cual causa muchas enfermedades debido a esta contaminación del agua ya sean enfermedades gastrointestinales lo cual se observa en mayor cantidad en niños y ancianos; todo este problema se da por el mal funcionamiento del proceso de sedimentación donde hoy en día usan el sulfato de Aluminio el cual es dañino para la salud.

La investigación pretende aportar al conocimiento respecto a la contaminación de agua por SST (sólidos suspendidos totales), mediante una experimentación. La experimentación consiste en usar el mucílago del *Opuntia ficus-indica* y *Aloe vera* para crear Flock y ver cuanto por ciento sedimentan estos productos naturales ya que actúan como coagulante y floculante natural el cual ayudará a que las partículas más pequeñas puedan unirse y aumentar de tamaño y sedimenten en menor tiempo mediante la gravedad.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El agua es primordial para que pueda existir vida en el planeta, sin este recurso no podríamos sobrevivir; hoy en día, el agua es cada vez más escasa. Es un recurso renovable, pero a la vez muy costoso de tratar, debido a este problema se dan muchas enfermedades, principalmente son niños los que sufren las enfermedades seguido de las personas de la tercera edad.

El vocablo agua posee muchos significados que inicia de la estructura química hacia el desarrollo del asunto gubernamental para su determinada misión, hoy en día, el progreso monetario es desigual en todas las regiones del mundo ha causado evidentes símbolos desperfectos en la etapa hidrológica que se expresan en situaciones de carencia del recurso. Monforte y Cantú (2009) mencionan que el agua se estimada como recurso para la vida en el planeta ya que se debe a su esencial manejo en las transformaciones biológicas y al valor como mecanismo primordial del desarrollo; en cambio, la irregularidad nacional con relación a la dirección y accesibilidad del recurso hídrico, ha provocado el perjuicio del carácter hacia su empleo directo del origen el cual fueron el principio de la escasez del recurso.

Bernard (2017) hace referencia que el incremento poblacional dio a entender el crecimiento de la utilización del agua, tal cual un incremento en la dispersión de los lugares con espacios despojados del agua, con el crecimiento en la obligación de desplegar las construcciones y optimizar su tratamiento para continuar abasteciendo las demandas de las personas.

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015) el líquido es indispensable para la supervivencia. Para muchos humanos en todo el globo terráqueo este es un recurso principalmente escaso; es por ello que luchan día a día para obtener agua dispuesto para sus necesidades básicas y consumo diario. Miles de niños en todo el siguen falleciendo todos los años por motivos de las enfermedades propagadas por el agua que podemos evitar.

La época de sequía devasta a algunos de los países más necesitados del planeta e intensifica la desnutrición y el hambre con demasiada periodicidad

El acatamiento de los privilegios al agua y depuración es obligatorio ya que está en los derechos humanos que requiere los bienes servibles, estén equitativamente asequibles, concretamente posibles, culturalmente aceptables y garantizables. La UNESCO, (2019) menciona que el saneamiento y el agua potable están considerados como privilegios fundamentales para las personas, por ser imprescindibles para certificar el soporte sano de las viviendas y primordiales para conservar la decencia de todas las personas. El privilegio mundial en temas de retribuciones de las personas impone a las naciones a ocuparse para obtener el acercamiento mundial al líquido de la vida y la depuración del líquido para todos los individuos del planeta sin discriminación alguna, dándoles la precedencia a los más pobres.

El agobio hídrico hoy por hoy es una gran preocupación en muchas zonas urbanas. La parte fundamental de la sociedad es el pronto aumento de la zona urbana acompañada por una organización inadecuada, la pobreza, la contaminación y demandas que compiten por este recurso. Esto aporta al agobio hídrico y, por ese motivo, el uso de agua en lugares urbanos es posible que triplique para el año 2025. Se cree que el cambio climático genere alteraciones notables en los patrones de llovizna lo cual alterará la accesibilidad de agua y ocasionará mayores desastres percances con el agua (ANA, 2012).

Según el Decreto Supremo N° 031-2010-S.A. uno de los dotes más valiosos es el agua y es el más escasos que poseen las personas en todo el planeta, esta nación no es la excepción; de parte de nuestros pueblos que se ven obligados a consumir de orígenes cuya condición renuncia bastante que ansiar y provoca un sin fin malestares a adultos y niños ya que la disponibilidad al líquido esterilizado es una obligación por lo que es fundamental en el derecho del hombre.

El agua debe tener una condición apta y sin patógenos como hongos, bacterias y virus, así como los componentes radiológicos y químicos, que

puedan establecer un peligro para el bienestar de las personas. La Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2012) señala que el líquido debe poseer asimismo un sabor, color y olor admisible, con el objetivo de que los individuos no acudan a otras opciones que consigan manifestarse más expresivas pero que contengan sustancias contaminadas. Estas condiciones se usan en todos los fundamentos de abastecimiento, tales como el líquido de camiones cisternas, el líquido será adquirida por un distribuidor, el agua corriente, y los baches seguros.

Hace poco tiempo atrás hubo un accidente de una cisterna que llevaba petróleo lo cual fue vertido al río higueras de donde SEDA Huánuco capta el agua; el cual fue una problemática en la ciudad de Huánuco ya que la población no contó con agua durante dos semanas, lo cual en el momento indicaron que SEDA Huánuco no contaba con un plan de contingencia frente a la contaminación con petróleo de su planta de tratamiento.

Hoy en día venimos pasando una gran problemática con respecto al agua potable, que dichas aguas no cumplen las medidas determinadas por la normativa de la mejora del líquido para que las personas puedan consumir, debido al mal funcionamiento de los procesos que tiene una planta de tratamiento. Bajo esta problemática se observó que este tipo de agua no cumple con los parámetros físicos (turbiedad, color y pH) lo cual causa muchas enfermedades debido a esta contaminación del agua ya sean enfermedades gastrointestinales lo cual se observa en mayor cantidad en niños y ancianos.

Según Cabezas (2018) en el Perú el 80,4% de viviendas se provee de agua por red pública. En el área urbana, este servicio cubre 83,2%; mientras que en el área rural el 71,3% de las viviendas cuenta con servicio higiénico conectado a red pública. Todo lo anterior condiciona la presencia de enfermedades infecciosas relacionadas con el agua como las diarreas, malaria, dengue, leptospirosis, hepatitis virales A y E.

El presente estudio pretende aportar al conocimiento respecto a la contaminación de agua por SST (sólidos suspendidos totales), mediante una experimentación. La experimentación consiste en encontrar cuál de estas dos

plantas disminuyen mayor cantidad de turbidez ya que estos productos naturales actúan como coagulante y floculante natural el cual ayudará a que las partículas más pequeñas puedan unirse y aumentar de tamaño y sedimenten en menor tiempo mediante la gravedad.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cuál es el efecto coagulante de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico?

1.2.2 PROBLEMAS SECUNDARIOS

¿Cómo es la turbidez del agua pretratada antes y después de la coagulación con la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*)?

¿Cuáles son los parámetros químicos antes y después de la coagulación con la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*)?

¿Cuáles son los parámetros microbiológicos antes y después de la coagulación con la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*)?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar el efecto coagulante de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir la turbidez del agua pretratada antes y después de la coagulación con la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*)

Describir los parámetros químicos antes y después de la coagulación con *Opuntia ficus indica* y *Aloe vera*.

Describir los parámetros microbiológicos antes y después de la coagulación con *Opuntia ficus indica* y *Aloe vera*.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El coagulante natural de la tuna y la sábila, es una información nueva para las personas, ya que muchas de las personas no saben cómo solucionar el problema de la turbidez del líquido para que puedan consumir las personas.

La elaboración del coagulante natural a base de tuna y sábila ya es un hecho, como sustitutorio al producto químico que es el sulfato de aluminio. La mayoría de la información de las bases teóricas indican como elaborar el coagulante natural, también se sabe que el sulfato de aluminio puede causar enfermedades, debido a este problema se va reemplazar por un producto natural.

La problemática que hay en el líquido de gasto diario es la presencia de partículas suspendidas (turbiedad) y el color que sobrepasan los Límites Máximos Permisibles (LMP). Por consiguiente, se efectuará la exploración para establecer el efecto de la coagulación con el mucílago de la tuna y sábila en la reducción de turbidez del agua pretratada para el uso doméstico.

En el proceso que se experimentó con las dos plantas diferentes (tuna y sábila) den un resultado de porcentaje menor de turbiedad, pH y color que sean aceptables con dichas medidas determinados en el DS N°031 – 2010 S.A.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Limitaciones de equipamiento en el laboratorio, la falta de instrumentos adecuados limita los tipos de análisis que se pueden realizar, afectando la profundidad y precisión de los resultados.

No se contó con la prueba de jarras que es importante para esta investigación, sin embargo, se adaptó a un vaso de precipitado con su agitador magnético.

Desafíos logísticos en el transporte de muestras, el traslado de las muestras por dos horas puede comprometer su integridad, introduciendo variabilidad en los datos debido a posibles contaminaciones o cambios en la composición puede variar en la temperatura, ph y oxígeno disuelto (puede

disminuir por consumo biológico, especialmente si hay organismos presentes).

1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El actual estudio de indagación posee información suficiente para llevarse a cabo, tal como la de investigadores en el tema, desde otra perspectiva, se ofrece en los bienes precisos como instrumentos, económicos, ciencias aplicadas, mano de obra y la ayuda temporal de un experto para alcanzar el objetivo.

También es muy importante y es viable porque se disminuyó la utilización de productos químicos y se usaron productos alternos como coagulantes naturales para poder sedimentar el agua, como se mencionó en los objetivos planteados en este trabajo se usó el mucílago de la tuna y de la sábila logrando así observar los efectos que tienen estos productos naturales en el agua.

La información internacional sirvió para tener más conocimiento para la elaboración del coagulante natural, distintos autores hablan de la elaboración y los procesos de producción del coagulante. Debido a que el experimento, se realizó con el agua pretratada ubicada en el Distrito de Panao, no tuvo un costo adicional por los litros de agua a usar, ya que el costo mensual es de cinco (5) soles para todas las viviendas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Tucanes (2019) en su proyecto “Uso de gel o coloides de sábila y tuna como clarificación del néctar del bastón de caramelo en la transformación de la panela” de Ecuador, tuvo como **objetivo** usar estos productos nativos para purificar el néctar del bastón de caramelo durante la transformación de la panela para una opción de la utilización de floculantes químicos. La **Metodología** que se aplicó, fue un modelo completamente aleatorio considerando como elementos la cantidad del mucílago y la temperatura en la que se va aplicar, estimando como resultado la cantidad de sólidos suspendidos por medio de la turbidez del néctar del bastón de caramelo y el sobrante del bagazo de la caña proveniente después de añadir los floculantes. **Resultado** fue seiscientos dos NTU para la sustancia natural de tuna y dos mil cuarenta NTU del mucilago del áloe. La sobra generada del residuo de la caña, el óptimo procedimiento se obtuvo de 1.075 kg/L que pertenece al tratamiento cuatro que es 50 ml de sustancia natural de tuna x L: 90°C. **Conclusión** los floculantes a base de productos naturales estudiados no repercuten por encima de la actividad de depuración del néctar del bastón acaramelado requerido al límite adhesivo es menos a la anhelada como un Flock, es por ello, a pesar de tener panela y néctar con gran cantidad de turbidez con un color semioscuro, son admisibles por los compradores.

Caldera (2019) en su artículo “eficacia del condensador tuna en líquidos con mayor turbiedad y pH” Venezuela, tuvo como **Objetivo** valorar la eficacia del congelador de la tuna en la disminución de la turbidez paralelo al procedimiento de líquidos con pH básico y elevada turbiedad. La **Metodología** que se llevó a cabo en un agua de tipo sintetizada a proceso de turbidez principal de 200, 150 y 100 UNT y pH de nueve porciones. El congelador natural de tuna es disecado y se

acondicionó a una concentración de m/v 10%, estimándose las cantidades de 150, 100 y 50 mg/L. **Resultado** se establecieron las medidas como turbidez, pH y color, seguido de ello el sedimento y después la filtración. **Conclusión** el congelador de tuna manifestó su eficacia en líquidos con elevada turbidez y pH, logrando eliminaciones altas de turbidez y color, posteriormente de la precipitación.

Olivero (2017) en su artículo “Estimación de una composición para condensadores nativos, la tuna y marango en aclaración de líquidos” de Colombia tiene como **Objetivo** estimar el rendimiento de tres productos como coagulantes naturales para la disminución de partículas flotantes (SST) para el procedimiento del líquido de un río. La **Metodología** se utilizaron intervenciones únicas, así como el pelado del producto, secado, triturado y tamizado en una malla de 6 mm, para transformar el marango y la tuna en polvos. Los parámetros iniciales a estudiar fueron la turbiedad y la correlación de la turbiedad con la absorbancia, lo cual se encontraron con el apoyo de los instrumentos como el turbidímetro y el espectrofotómetro, individualmente, se halló la cantidad de purificadores a utilizar para dichos análisis, empleando un modelo práctico. **Resultado** se cotejaron los efectos con productos naturales con el separado y mezclado para determinar si la aplicación del sulfato de aluminio en las cantidades dadas lo cual alteran en la clarificación del agua; se coteja la valorización permisible de los parámetros fisicoquímicos así sea un agua apta para que las personas puedan consumir con una turbidez de 2 unidades nefelométricas, y entre 0,10 y 0,20 para el color, mencionados en la respectiva regla. **Conclusión** esta investigación concluye que mezclando con el marango y la tuna se puede disminuir una cantidad de turbidez mayor a 90 %, para cotejar con la mezcla de coagulantes naturales y el alumbre, el cual puede disminuir en el agua potable al menos un 99 % de turbidez; al mismo tiempo, se logró observar el descenso en las partículas, a partir de la absorbancia.

Morejón (2017) en su tesis “Uso del gel de la tuna para mejora del líquido potable, en el pueblo de Pusir grande, provincia del Carchi” de Ecuador tiene como **Objetivo** optimar la disposición del líquido que

consumen las personas usando gel de tuna para población. La **Metodología** que usaron fueron los ensayos que se llevaron a cabo a la altura del laboratorio por ello se usó el líquido sin hervir descendiente del recipiente de desarenado de la planta procesadora de la asociación. **Resultado** los ensayos de procedimiento del líquido que se hicieron, accedió a evaluar la eficiencia en el transcurso de la floculación-coagulación con el gel de tuna en el agua de grifo, donde se examinaron las medidas que se interponen en la depuración del componente líquido tales como: color, turbiedad, pH, SDT y Dureza colacionados en la Norma Técnica Ecuatoriana en el agua potable. En el cual se reafirmó que la utilización del gel de tuna en una correlación mucilago 75% XVI volumétrica 25%. **Conclusión** el estudio precio favor muestra el triunfo del uso del gel de opuntia ya que utiliza parte de los elementos disponibles y que, en la misma producción, los resultados muestran que hay un gasto mínimo al usar este tipo de coagulante natural en comparación del coagulante químico.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Morales (2018) en su tesis “establecer la potestad de coagulación de la sábila para disminuir la cantidad de turbiedad en el transcurso del procedimiento del líquido – Oxapampa – 2018” tuvo como **Objetivo**: la determinación del poder coagulante del aloe vera para eliminar la turbidez en el transcurso del método del agua. La **Metodología** que aplico, fue la a experiencia, que utilizaron en toda la indagación. **Resultado**: los Efectos derivados de turbidez aplicaron ocho métodos con el gel denominado mucilago. De los cuales una dosis fue la que más sedimentaba. **Conclusión**: El gel de sábila hacer alarde un imperio congelador que sirva para mover los sólidos suspendidos, en el transcurso del tratamiento de líquido, el cuan no siendo lo suficiente para llegar a lo establecido.

Diestra y Ramos (2019) en su tesis “El gel de sábila mostró un poder congelador que utiliza para eliminar la turbidez, en el transcurso del seguimiento del líquido para que las personas lo consuman”, pero no estando lo autosuficiente para alcanzar lo determinado tuvo como

Objetivo: la determinación de las volubles químicas y físicas de las sucesiones de floculación, consolidación y sedimentación; tales como: opción del pH óptimo, opción del coagulante; grandes mezclas de rápida floculación y conformidad de rápida de sedimentación de las partículas y la eficacia de la eliminación. La **Metodología** se usó un experimento de coagulación – floculación a prueba de jarra y fue realizado en el laboratorio de Trujillo. **Resultado:** Obteniéndose los mejores resultados de remoción de turbidez, SST y DBO5 a 3000 ppm a un tiempo de 25 minutos de floculación; se logró remover 88,49 % de turbidez (desde 293 UTN hasta 33,71 UTN), 87,64 % de remoción de sólidos suspendidos totales (desde 291,3 mg/L hasta 36 mg/L) y 73,43 % de remoción de DBO5 (desde 278,5 mg/L hasta 73,9 mg/L). Lográndose cumplir con estos parámetros de acuerdo a los límites máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales establecidos en el D.S. N° 003 – 2010 – MINAM **Conclusión:** la mejor eficacia de la reducción de los sólidos totales suspendidos similar a la turbidez se logró en el procedimiento número cuatro, con una disminución de 87.64%.

Razuri (2017) en su tesis “Reducción del componente de la DQO y DBO5 haciendo el uso de coagulantes naturales como la sábila y la tuna en el agua para riego de E-8 Chuquitanta – S.M.P.” tuvo como **objetivo:** Determinar si los componentes que se usan como coagulantes naturales (sábila y tuna), disminuyen la DQO y la DBO5 en aguas que son para regar. La **metodología:** Para establecer la DQO y la DBO5 en el agua que sirve para regar, se empleó la técnica indicada. El proceso se ejecutó en el Laboratorio de Físicoquímica. **Resultado:** Las secuelas producidas son confrontados con la órbita de comprobación primeramente capacitada. **Conclusión:** La miscelánea más eficaz es asociarse con tres procedimientos y tres cantidades para el descuento del comprendido de la DBO5 en las aguas.

Montenegro (2019) en su tesis “Comparación de la eficacia del gel del nopal y del adhesivo de la tara para la mejora de la calidad del líquido excedente” tiene como **Objetivo** comparar la eficacia de las

plantas hidrocoloides que vienen a ser el gel del nopal y el adhesivo de la tara en la posibilidad de aumentar la disposición de dicha agua que corresponde al agua residual. La **Metodología** se llevó a cabo el experimento de vasijas con tres cantidades desiguales de 80 ml, 40 ml y 60 ml con una respectiva demostración. **Resultado:** mostró superior eficacia hubo goma de tara en la cantidad de 40 milímetros que sometió un 97.19 % la turbidez y la DQO comprimió un 60.21 %, punto que se consiguió optimizar la disposición del elemento residual. **Conclusión:** en el manejo de los dos métodos, que fue más eficaz en el progreso de aptitud del líquido excedente fue la sustancia hidrocoloide de la tara con las cantidades de mezclas de 40 ml con una densidad suficiente al 0.01 g/ml, que disminuyó un 97.19 %.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Duran (2021) en su tesis “Efecto de penca de tuna (opunta ficus indica) con semilla de moringa (moringa oleifera) como coagulante natural para disminuir la turbidez del agua en el reservorio de la jass del centro poblado de Vichaycoto, Huánuco – 2021” tiene como **Objetivo** Evaluar el efecto de penca de tuna (Opunta ficus indica) con semilla de moringa (Moringa oleifera) como coagulante natural para disminuir la turbidez del agua en el reservorio de la JASS del Centro Poblado Vichaycoto, -Huánuco – 2020. La **Metodología:** Para el desarrollo de la presente investigación se tomó muestras de aguas del reservorio de la JASS del Centro Poblado Vichaycoto -Huánuco, tomadas antes y después del tratamiento con el coagulante natural de la penca de tuna y semilla de moringa. **Resultado:** Según los resultados obtenidos en la investigación demuestran que la turbidez del agua extraída del reservorio de la JAAS, se redujo significativamente al añadir las concentraciones de coagulante natural (Penca de Tuna y Moringa) logrando alcanzar la reducción de la turbidez al utilizar ambas especies juntas. **Conclusión:** Se concluye que, en la Moringa a menor concentración es mayor la reducción de turbidez, siendo lo opuesto lo que pasa con la Penca de Tuna. Y al utilizar ambas especies juntas se logra maximizar la reducción de la turbidez hasta un 97 %.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. COAGULACIÓN

La coagulación es un procedimiento en el cual se hace la potabilización del agua y tiene una etapa crítica, que solo logra adquirirse por medio la suma de un compuesto coagulante, capacitado para contrarrestar las cantidades electroestáticas de las sustancias disueltas flotantes en el agua, admitiendo su acumulación incluso establecer pequeñas partículas de rápida precipitación. Hoy en día, los condensadores más prácticos son los compuestos inorgánicos de hierro y aluminio; sin embargo, estas sustancias químicas son llevados durante el depósito de lodos, el cual se transforma en una dificultad ambiental, en una sobredosis logran causar toxicidad. Asimismo, al ser bienes más utilizados y de mayor venta comercial tienen un precio moderado (Singley, 1986).

La floculación - coagulación es un método químico de procedimiento del agua en la que se aplica, antes de un procedimiento físico de separación que suele hacerse por el proceso de sedimentación y filtración, con el objeto de mejorar su idoneidad de reducción de partículas pai(Mazille y Spuhler, 2016).

La etapa de coagulación–floculación reside en agregar al líquido o efluente definitivos agregados químicos con el fin de beneficiar el atarquinamiento de elemento disuelto que no sedimenta para la creación de los flóculos. La reducción de estos sólidos logra ejecutarse por medio del aumento de los agregados artificiales denominados condensadores que consiguen desestabilizar en las partes sólidas ya que están colmadas de energía eléctrica y muestran una dupla eléctrica que proporciona permanencia al procedimiento (Cabrera, 2009).

La remoción acelerada debe provocar enérgica agitación, de manera que se produzca una separación acelerada y se vuelva semejante de los condensadores en la estación programada. Los coagulantes que consiguen ser las sales de aluminio, como el sulfato de aluminio. Las muestras de recinto se examinan que es ajustado como

materias complementarias para mejorar la eficacia de la floculación o coagulación, esos consiguen ser adjuntados. De tal manera, convienen usarse materias complementarias para obtener el pH apto para los productos que pertenecen a la coagulación imponderable. Todos los coagulantes auxiliares y floculantes se deben usar en el lugar donde hay mayor turbulencia, comprobando que se separen de igual manera en todo el contenido del agua (Trujillo y Duque, 2014).

Agentes coagulantes

Cogollo (2010) menciona que los componentes que actúan como coagulantes son productos artificiales que añaden al elemento líquido para conseguir la eliminación de la descarga de los materiales coloidales generando así el principio de la creación de partículas más grandes, el cual sedimenta velozmente.

- **Coagulantes convencionales:** estos coagulantes son los más frecuentes que son empleados en los tratamientos de efluentes que son aquellos agregados artificiales de hierro o aluminio, a manera que el sulfato ferroso, aluminato de sodio, sulfato de aluminio, cloruro férrico y sulfato férrico. Todos coagulantes tienen un estándar único de pH que contienen una pequeña solubilidad y sucede la más alta fogsidad, pero va depender, de las cualidades sintéticas del agua sin hervir. A excepción del componente aluminato de sodio, ya que estos condensadores son denominados sales ácidas que reducen el pH. Por ello va depender del líquido a utilizar, es inevitable añadir un alcaloide como cal y soda cáustica.
- **Coagulantes alternativos:** Estos modernos 25 años se ha notado un progreso de un nuevo producto de coagulantes inorgánicos prepolimerizados así como los coagulantes alternativos, los cuales se conducen de diferente manera a los coagulantes convenidos en el tratamiento de depuración esto se debe a sus propiedades artificiales. aquellos coagulantes alternativos poseen distintas etapas en respuestas hidrolíticas con relación a los coagulantes supuestos: los flóculos de los coagulantes alternativos expanden a ser agrupaciones

mínimas u organizaciones de tipo sucesión con dimensión mínimo a 25 mm, mientras tanto los floculantes de sulfato de aluminio son habitualmente características porosas y esponjosas considerando una dimensión de 100 a 25 mm. Esta desigualdad organizada concibe que los coagulantes alternativos fabriquen menos turbidez presente en el agua que el sulfato de aluminio.

Mecanismo de coagulación

Para exponer la interrelación de distintas tipologías de espesamiento con las sustancias coloidales en el agua, se han realizado por medio de los primordiales instrumentos de floculación y coagulación, así como la interrupción de toxinas, la alineación de puentes, bizma electrostática y de barrido. En función de cantidades exactas de floculantes y coagulantes en modelos de pequeñas cantidades de efluentes, el compuesto coagulante entra en relación con coloides flotantes debido a la adsorción mediante los enlaces de hidrógeno, intercesiones electrostáticas, etc. Esto conlleva a desestabilizar los coloides, suspender y posteriormente a una reorganización de la agrupación de partículas adsorbidos de tal forma que las partículas que se encuentran en suspensión abstraídos se añaden para la formación de gigantes flóculos que en seguida se forman tamaños efectivos (Bravo, 2017).

Pocos escritores han indicado que la utilización de sustancias coagulantes nativas extraídos de la goma y la harina de los cladodios de tuna pertenece al grupo de Cactaceae en el método de aguas dulces. Esta variedad es la más estudiada ya que exhibe el óptimo beneficio en la etapa de coagulación. Para estudiar la eficacia del componente de la tuna, se ha analizado con cantidades de 40 gramos para un litro del coagulante y se presentaron modelos de aguas del río con una cantidad de turbidez principal de 276 unidades nefelométricas. Las sustancias coagulantes muestran movimiento de agrupación con cantidades de eliminación de turbidez del 93%. La seguridad de este agrupador de partículas da espacios a muchos favores, desde la visión

medioambiental, la generación de lodos con aluminio y de hierro se excluirían, más tiempo biodegradabilidad, por tanto, provoca menos riesgo a la salud (Bravo, 2017).

- Coagulación de la técnica de barrido

Alcanza el traslado de fragmentos en los compuestos de aluminio, en el que los flóculos formados alcanzan a sedimentar en gran cantidad, asimismo puedes ser de grandes diámetros, a diferencia los análisis se logran obtener en la acumulación de sólidos por adsorción-neutralización. El aumento de la rapidez de acumulación de los fragmentos coloidales se debe a la aparición de los aniones del sulfato, por ello los fragmentos se usan para la creación de precipitados, en el que beneficia la precipitación para ampliar la concentración de los fragmentos. Para conseguir la desestabilización de las concentraciones de los fragmentos, es preciso la disminución del potencial zeta, en que la cantidad del coagulante manipulado para la desestabilización es bastante que lo necesario. Esta exuberancia de sales como los hidróxidos insolubles que se despiden en pequeños fragmentos coloidales, de esta manera se logra la coagulación. (Domínguez, 2010).

El componente de floculación de barrido se implanta con la unión de componentes coagulantes a análisis del agua con poca turbidez; por lo tanto, los fragmentos coloidales logran ser descubiertas por el compuesto coagulante y por lo tanto forman partículas más grandes con una organización tridimensional, por su gran área total de superficie y una capacidad de adhesión, los residuos son contaminantes en el agua y son aptos para ser contenidos y llevados hacia otro lugar (Bravo, 2017).

- Compensación de capa doble

Es lograda por la atracción de los iones con la carga superficial de los coloides que es negativa, los cuales atraen a su vez iones de carga contraria formando una capa densa cercana la cual se

denomina Capa de Stern. En el segundo plano una segunda capa denominada difusa, comprende iones de ambas cargas eléctricas prevaleciendo los de carga contraria. La unión de las dos capas es lo que se conoce como doble capa. Para conseguir la compensación de doble capa, simplemente se logra añadiendo a la capa difusa hasta comprimirla, suficientes iones cargados contrariamente, lo que genera la reducción de la energía que demanda para el movimiento de partículas de carga similar. Este mecanismo no es útil en el tratamiento de agua puesto que son necesarias altas concentraciones de sal (Domínguez, 2010).

- Neutralización y adhesión de carga

En el momento en que se utiliza el sulfato de aluminio para unir las partículas y la neutralización de concentraciones en el primer módulo de coagulación, la segura combinación es crítica al triunfo del proceso. Cuando el mecanismo inicial es sorprendido, la seguridad en la combinación rápida es poco crítico, y la floculación es la etapa más indispensable. Cuando prevalece esta función, el coagulante tiene que ser separado de modo cercano en el líquido, al momento de usar las sales de hierro o de aluminio del coagulante, no se logra la desestabilización perfecta porque no se efectúa la unión del coagulante. Asimismo, usando estos compuestos artificiales, se crean partículas hidroxilados de aluminio en cantidades mínimas, que son reaccionados por los coloides para llevarse a cabo la desestabilización, por el contrario, la cantidad crece, los coloides alcanzan a una segunda estabilización obteniendo de este modo las cargas verdaderas (Domínguez, 2010).

La neutralización - adsorción se da a causa de los iones sobrecargados de forma distinta, resultante del coagulante, son asimilados en la superficie de los fragmentos, de este modo se neutralizan las concentraciones repulsivas. La concentración excesiva de iones favorece a la reestabilización de las cargas en los fragmentos. Los trozos coloidales alcanzan incluirse a la lluvia al

añadirse el compuesto artificial que apoya a la neutralización de sobrecargas eléctricas de los fragmentos es suspensión, desechando de las fibras de repulsión (Domínguez, 2010).

- **Formación y Adsorción de puentes Inter particulares**

Esta unidad de coagulación, se da cuando existe una reacción en la parte superficial de agua se incluyen los fragmentos coloidales se denomina polímero agregado, en la parte sobrante se aplaza la solución. La parte extendida, entra en unión con pocas partículas de adsorción utilizables en el componente suplente coloidal, de esta manera forman grupos las partícula y polímero. Si la partícula sustituta coloidal está indispueta, los trozos extendidos del polímero llegaran a ser adsorbidas de misma forma, de lo contrario se sustituye el polímero, asimismo, los fragmentos se vuelven a estabilizarán (Domínguez, 2010).

Coagulante natural

Los coagulantes que provienen de vegetales y animales son denominados naturales. Los de origen vegetal son los más estudiados, en especial el marango, tuna, Café, semillas de Nirmali, cactus y frijol común. Asimismo, gran cantidad en los cuales se consideran, el de plátano, maíz, arroz y yuca; y en pocas cantidades de algas marinas. Los coagulantes naturales no afectan significativamente la conductividad y el pH del agua analizada (Meza, 2018).

La utilización de coagulantes naturales obtenidos de algunas plantas, para empezar con el proceso de las aguas procede de muchos años atrás y, seguidamente se hacen análisis que permiten determinar la potencialidad de diferentes plantas para esta finalidad, y que ayudan a reducir la utilización de compuestos químicos sintéticos, de igual forma la producción de los lodos biodegradables. La familia de las cactáceas son las más abundantes en nuestro país, y se encuentran en todos los niveles altitudinales, existen gran cantidad de variedades de estas especies. Desde hace mucho tiempo las cactáceas han sido primordiales y han estado unidos a muchas culturas y aldeas

latinoamericanos, en muchos lugares del globo terráqueo se usan diferentes formas de aplicaciones como es la clarificación del agua, así como un compuesto natural. Estos compuestos son muy complejos en su estructura química, están formados principalmente por muchos tipos de proteínas y polisacáridos. Pocos de estos tienen semejanzas floculantes o coagulantes y en varias zonas son usados empíricamente para disminuir la turbidez del agua dejando resultados agradables (Choque, 2018).

Coagulación con compuestos químicos

La coagulación consiste en la añadidura de los componentes químicos, entre ellos el FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, polímeros orgánicos sintéticos y que desequilibran CaCO_3 las partículas que se encuentran presentes en algunos segundos. Consecutivamente se exhibe la floculación, este se basa en la unión de los fragmentos en muchos flóculos con un peso indicado para poder sedimentar, luego que sedimentan será fácil la eliminación de las partículas. La deficiencia que tienen los compuestos químicos es que, una vez terminado el tratamiento de potabilización, persisten en el agua, como residuo, que se va almacenando en nuestro medio ambiente. El compuesto químico denominado $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, se relaciona de manera simple en todos los seres vivos, el cual tiene efectos nocivos hacia la salud (Meza, 2018).

Coagulante natural a base de nopal (tuna)

La posibilidad de la tuna de operar como floculante - coagulante, se basa inicialmente a la presencia del mucilago que contiene el nopal; debido a su composición que contiene pectinas y polisacáridos (Aucay, 2018).

El nopal como coagulante nativo para la purificación del recurso hídrico es eficiente debido al mucilago que posee. Para esto tiene que tener una cierta rapidez de agitación posee acontecimiento en el accionar del coagulante, porque este logra llegar hasta los fragmentos más separados agrandando la eficacia de la etapa de clarificación (Olivero, 2014).

Otro mecanismo al que ha mencionado por la categoría fisiológica es el gel. Este agregado se exhibe en las partes como pulpa y en la piel del fruto, sin embargo, en muchas igualdades. investigaciones efectuadas señalan que el beneficio en muchos de los temas son pocos: en la cáscara hay el cero punto cinco por ciento y en los cladodios el uno punto dos por ciento (Sáenz y Sepúlveda, 2004).

Opuntia ficus indica (tuna)

Esta especie fue descubierta en México, en el cual se topa con la gran riqueza de plantas habituales de los cuales se han usado numerosas denominaciones comunes para designarla. Las representaciones botánicas más admitidas de la tuna son aquellas de Rose y Britton, en cambio, éstas sólo incluyen una fracción de la variabilidad de la especie, y carecen del respaldo de especímenes mantenidos en colecciones científicas. Instituyeron una serie de especies de *Ficus-indicae* y marcaron que las variedades contenidas eran taxonómicamente contiguas de las series *Streptacanthae*. Por lo tanto, la tuna ha sido erradamente asociada con tres de las 12 variedades de las cuales se encuentran: *O. megacantha*, *O. streptacantha* y *O. amyclae* (Parra y Cedeño, 2011).

Figura 1

Opuntia ficus-indica



Nota. se observa el tallo y la penca de la tuna

Características del nopal (tuna)

Pertenece a la familia de cetáceas denominada tuna o cactus que se adecua rápidamente en áreas con carencia de agua. Se recalca que son aquellas plantas arbóreas, rastreras o arbustivas, con estructura escueta o de malezas. Tienen un tronco físicamente leñoso y determinado, también cuenta con ramales separados que tienen forma de copa, sus tallos y sus ramas son articuladas. Consiguen medir cinco metros de alto. Algunas de sus fragmentos denominados pencas alcanzan los treinta a cincuenta centímetros de ancho y dos centímetros de grosor, son de color verde claro. Pocas de estas especies poseen espinas, blancas, frágiles y amarillas (Villabona, 2013).

Asimismo, es un vegetal que no necesita de tierras con buena calidad, ya que puede desarrollarse en tierras que tengan pocos nutrientes y poca humedad, las personas que requieren son pequeños, en cambio, se ven amañados por las temperaturas bajas. Tienen orígenes de América, existen muchas variedades reconocidas que tienen un total de 258, del cual pocas están en México de las cuales se estiman que 10,000 ha sembradas con opuntia ficus indica. Asimismo, es una de las plantas más cultivadas en Italia, Sudáfrica y España para el consumo de las personas, la obtención internacional de nopal se aprecia en cuatrocientas mil toneladas. En el país de Colombia es conocida como un vegetal silvestre usada en algunos casos para medicina (Villabona, 2013).

Así mismo, ilustraciones fitoquímicas elaboradas a la Tuna han indicado que contienen de carbohidratos, proteínas, sustancias reductoras como la fructosa y glucosa, y de metabolitos suplenes tales como saponinas, teniendo así muchas formas (Kiesling, 2001).

Tabla 1*Taxonomía del nopal (tuna)*

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllales
Familia	Cactaceae
Género	Opuntia
Especie	Opuntia ficus-indica Mill

Nota. Se observa el cuadro de taxonomía de la tuna.

Coagulante natural a base de Aloe vera (sábila)

La clasificación inicial de la familia aloes se da en la isla Barbados fue descrita por Miller quiera un botánico de profesión, menciona que la planta de sábila es oriunda de una isla llamadas Barbados que fue incluido a nivel internacional, productivo del negocio en zonas costeras del caribe. Las plantaciones iniciales son de importancia de los años 1870, pero fue en el año 1920 cuando se sembró a mayor cantidad. A partir de ese momento se explotó de manera artesanal para la obtención del mucilago (Rojas, 2015).

Aloe vera

El origen de esta planta es en África del norte, el cual tiene características como las hojas dispuestas en rosetas, llegando a medir los 40-50 cm extenso y los 6 - 10 cm de espesor. Estas hojas son de forma alargada, puntiaguda, y parecen salir derechamente de la tierra en las virtuosas púberes; no obstante, los vegetales de mayor edad muestran el tallo robusto y corto. Las flores de la sábila son chicas, cilíndricos, y se muestran en retoños densos de color continuamente amarillo o rojo (Navarro, 2013).

Figura 2

Aloe vera



Nota. se observa la planta de sábila. Fuente (tesista)

Anatomía de la hoja de aloe vera

En corriente, todas las variedades de aloe poseen hojas pulposas con la morfología parecido y en tajo colateral se consiguen diferenciar visiblemente dos lugares: una manto externo o cáscara que posee un color verde claro, y un físico entrañable o células esponjosas, nombrado mucilago, que posee un color blancuzco y al medio de las capas están los haces vasculares, no obstante, en algunas plantas se encuentran en las capas externamente del tejido esponjoso (Navarro, 2013).

La cáscara simboliza alrededor del veinticinco por ciento del peso de la planta y dicha distribución tiene color verde azulado, estribando de muchos factores como: el lugar donde se desarrolla la planta, clima o nutrición que pueda absorber del suelo. El parénquima, denominado como sustancia gomosa se encuentra en al medio de la hoja y reincorpora del 70% del peso (Domínguez, 2011).

Composición y estructura sintética de la especie de aloe vera

La sábila es una especie de flora silvestre que se acomoda de hojas, flores, tallo y raíz en tiempos de floreo. Estas hojas se agrandan aproximadamente desde el tallo a altura del piso en representación de roseta, de la parte central hacia a lo alto empieza a crecer el tallo y que al desarrollarse forman muchas ramas de flores cilíndricos amarillos o

escarlatas y las hojas poseen grafías lanceoladas y apuntadas con agujas que lo usan de defensa a la planta. La organización de los pecíolos está desarrollada por la corteza, el cual queda cobertura de un pellejo demacrado. La cáscara simboliza alrededor del 25% del peso y dicha organización tiene el color verde azulado, estribando de muchas componentes tales como: el lugar donde se desarrolla, clima o nutrición que puede absorber la planta (Domínguez, 2011).

Tabla 2

Taxonomía del aloe vera

Reino	Plantae
Clase	Liliopsida
Orden	Asparagales
Familia	<i>Xanthorrhoeaceae</i>
Genero	Aloe
Especie	Aloe vera

Nota. Se observa el cuadro de taxonomía de la sábila

Gel de aloe vera

Todas las plantas de esta especie han sido usadas desde hace muchos años atrás con la medicina tradicional de varios países y sus usos pueden documentarse ya en las épocas más antiguas. Hoy en día, la planta más conocida es la sábila, donde su origen es de Barbados y son cultivadas en los países de clima cálido. El mucilago de la sábila es aquella sustancia blanda emanada del lienzo poroso inferior de las hojuelas. En su fase nativa, el mucilago está privilegiado adentro de las hojas por la carnosa envoltura de afuera, cuando la hoja ya está cercenada, el mucilago se presenta al viento libre, el cual excita una vertiginosa enmohecimiento y disgregación, cambiando así de otro color teniendo como respuesta una significativa reducción de sus compuestos biológicos. Para que no exista la degradación, por tanto, es obligatorio hallar una técnica de estabilización optimo, pero libremente de la técnica y de la aptitud respectiva del mucilago, los principales efectos se tendrán cuando las hojas estén transformadas al instante al mismo tiempo de ser cortadas. Esto se debe a que la degradación del mucilago empieza a

reaccionar enzimáticamente y también crecen las bacterias en presencia del aire (Ramachandra y Srinivasa, 2008).

2.2.2. TURBIDEZ

La presencia de los sólidos suspendidos en el líquido es uno de los parámetros más primordiales para la calidad del agua. El agua que presenta sólidos suspendidos no solo tiene un impacto negativo para las personas que lo consumen, la turbiedad es también un indicador de mayor posibilidad de una contaminación microbiana y compuestos químicos que vienen a ser tóxicos, que se unen a la materia discontinua del agua. Los resultados señalan una gran dificultad para la desinfección segura del agua (Baños, 2018).

DIGESA (2010) menciona que la turbiedad del líquido es emanada por elementos en suspensión, como margas, restos orgánicos y minerales delicadamente partidos, agregados orgánicos accesibles coloreados, plancton, sedimentos originarios del desgaste y organismos vivos, el volumen de estos fragmentos cambia de diámetro. La turbidez se usa para señalar la disposición del agua y la validez de la infiltración para establecer si hay apariencia de microorganismos que causan malestares. Las partículas suspendidas en el agua absorben la energía solar, logrando así que el agua luzca un semblante nublado. A esto se denomina turbidez. La turbidez se logra calcular con diversas metodologías, el cual esto manifiesta la tenacidad a la transferencia de la energía solar hacia el agua.

- Particularidades: La turbidez, como medición de la calidad de transferencia de la energía solar del agua, son distintos parámetros que usan para mostrar la calidad del agua que son derramadas o de las aguas naturales en correspondencia con el componente coloidal y fraccionario flotante.

Las altas concentraciones de turbiedad pueden preservar a los microorganismos de las desinfecciones y poner en disparejo la proliferación de microorganismos.

- Riesgos: Las altas concentraciones turbidez suelen relacionarse a las altas concentraciones de microorganismos como bacterias, parásitos y virus. Estos microorganismos son capaces de provocar muchos síntomas como diarrea, retortijones, náuseas y dolores de cabeza.
- Causas del agua turbia: Las modificaciones de ardua predicción en el clima, agregados al marcado deteriorado de las cuencas originando la deforestación y contaminación, suman la posibilidad de modificaciones consecutivas en la mejora del agua, usadas para abastecer a la comunidad, procurando con técnicas seguros para su proceso y en algunos casos casi imposible, para la interrupción del abasto de agua. Asimismo, de algunas captaciones de los ríos contaminados, como derramamientos de aguas provenientes de las industrias y de las viviendas, además se muestra la polución a causa de las precipitaciones que provocan el arrastre de la tierra y la suspensión de los márgenes de las cuencas, lo que genera el aumento sustancial de los sólidos en suspensión, color aparente, turbidez, carbono orgánico disuelto (COD), amoníaco y la disminución de la conductividad, alcalinidad del agua y temperatura (Montoya, 2011).
- Inquietudes de salud: La turbidez del agua causada por sedimentación no presenta ningún riesgo de salud. Está liberado de bacterias perjudiciales y brinda un seguro para todas las personas que lo usen en sus viviendas para diferentes fines, tales como cocinar, ducharse, vaciar los inodoros, entre otros. El agua turbia cambia de sabor, pero en algunos casos se puede beber dependiendo de las concentraciones. WSSC no recomienda que se use agua turbia para preparar fórmula para bebés (Estrada, 2016).
- Efecto de la alta turbidez: Las partículas en suspensión impregnan el calor de la luz solar, generando que la turbidez en el agua incremente su temperatura, reduciendo así la cantidad del oxígeno disuelto del agua (por referencias se sabe que el oxígeno se disuelve más rápido en el agua fría). Igualmente, para ciertos microorganismos es imposible que habiten en aguas más calientes. Las partículas

suspendidas expanden la luz, reducen el proceso fotosintético en algas y plantas, que ayudan a reducir la cantidad de oxígeno (González, 2011).

- Impacto de la turbidez: El agua es esencial para poder sobrevivir y tiene un rol fundamental en el funcionamiento de los ecosistemas del planeta. Las aguas contaminadas contienen serios impactos negativos para los seres vivos, perturbando denegadamente los tipos de uso, así como el uso doméstico, agrícola, comercial, industrial, y lo más importante que es el consumo humano. (Guzmán, 2010).
- Sedimentación: Como resultado de la sedimentación los sólidos se colocan en las bases de los cuerpos de agua como los lagos, quebradas y ríos, disminuyendo así la cavidad de retención del agua. Aquellas lagunas que tienen poca profundidad se da la sedimentación en mayor velocidad, los huevecillos de los peces y gusanos son sofocadas y cubiertas, las agallas se juntan y se dañan causando el fallecimiento de muchos peces (González, 2011).

Sólidos

Son partículas disueltas y suspendidas en el agua, el cual puede dañar perjudicialmente a las características del agua, de modo que la disposición de estos inhibe el proceso fotosintético menorando el desarrollo de aquellos cultivos, los sólidos que se encuentran suspendidos favorecen al desarrollo de los organismos ayudando a degradar la calidad del agua (DIGESA, 2010).

Sólidos Totales Suspendidos

Los sólidos que se encuentran en suspensión son consecuencias de la erosión hídrica y eólica de los suelos, desechos orgánicos y plancton. Las partículas que están suspendidos en el agua, como el limo, virus y arena, por lo general son las impurezas a simple vista. Los granos de sólidos suspendidos que residen en pequeños tamaños, que son difíciles de eliminar por medio de la expulsión. Pueden ser reconocidas

con las propiedades visibles del agua como la claridad, olor, gusto, color y incluyendo turbidez (DIGESA, 2010).

Los sólidos suspendidos totales son denominados al residuo de que está suspendido en el agua tiene un procedimiento al finalizar se encuentra un proceso de secado de los lodos en un horno a temperaturas de 103°C – 105 °C. las consecuencias generan mayor presencia de sólidos en suspensión por el cual se forman en una zona expuesta por la adsorción de representantes biológicos y químicos, de igual manera la presencia de compuestos orgánicos que al descomponerse perjudica la calidad del agua (Hernández, 2007).

valores elevados de solidos suspendidos deterioran el ingreso de los rayos solares, reduciendo la probabilidad de la vida acuática. En aguas con baja proporción de turbiedad como embalses, lagos, las partículas suspendidas condiciones localizan la deposición, este almacenamiento puede dificultar el traspaso de oxígeno y concluir con el fallecimiento de los microorganismos que viven en el agua. Existe una gran importancia en los estudios de los sólidos para la revisión de los procesos físicos y biológicos de tratamiento de agua negra. De tal manera se determina que aquellos sólidos suspendidos dan paso a los almacenamientos de lodos y disposición anaeróbica cuando se depositan a las aguas negras sin tratamiento adecuado al medio acuático. Sin embargo, las partículas que sedimentan es aplicado al material que logra sedimentarse en un periodo de cuarenta y cinco minutos, por lo tanto son expresados en mg/L o ml/L Además se sabe que las partículas sedimentables forman grandes cantidades de lodo que se obtendrá en el primer proceso del agua negra (Ruiz, 2007).

- Características

Los estudios de los sólidos son trascendentales para el proceso de tratamiento físico, químico y biológico de aguas contaminadas, y para valorar el seguimiento de las restricciones que regularizan su efluente. Los sólidos totales es el término que se emplea a los restos de las partículas que sobran en un depósito seguido de la evaporación

de un modelo representativo y su próximo desecado en estufa a temperatura definida. Los compuestos no son disueltos constantemente por el cual se llaman partícula suspendida o también sólidos suspendidos, escasas veces se ejecutan pruebas de partículas suspendidas, estos por lo común se ajustan por análisis de turbidez. los sólidos suspendidos volátiles y las partículas en suspensión se utilizan para ajustar la cantidad de los restos domésticos e industriales (DIGESA, 2010).

- Riesgo

Las partículas sólidas son aquellos que se encuentran suspendidos en el agua limpia y aguas de tipo residuales. Los fragmentos sólidos pueden causar impactos negativos sobre el agua dejando una pésima calidad por ello se da el suministro de varias técnicas. El agua con gran cantidad de fragmentos disueltos suele ser de menor pureza y logran estimular una reacción fisiológica perjudicial en el comprador fortuito (DIGESA, 2010).

Sólidos totales disueltos (STD)

Es un límite de medida de las partículas de un estudio del agua, el tamaño mínimo es de 2 micrones por lo que no logran ser extraídos por un filtro habitual. STD es esencialmente el aumento de todas las sales disueltos en el agua, los metales, minerales, y es un excelente indicador del agua. STD es catalogado como un contaminador secundario por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos y se propone un límite de 500 mg/L en agua esterilizado. Este patrón supletorio se forma porque STD eleva la proporción al líquido esencial un aspecto turbio y menora el gusto en ésta. Individuos no acostumbrados al agua con gran contenido de STD consiguen apreciar irritación estomacal al consumir ésta. STD logran interferir con instrumentos de tratamiento y es interesante considerarlo al ubicar un método de tratamiento de agua. Procedimiento de agua por STD consigue lograrse por la técnica de ósmosis inversa o purificación (Sigler y Bauder, 2015).

Color

DIGESA (2010) hace referencia que el color, es un parámetro organoléptico que muestran la potabilidad del agua que consumen la personas, esta se relaciona con los compuestos disueltos y los fragmentos en suspensión que inmoviliza. La comprobación del color es muy significativa para saber la carga de residuo orgánico nativo que se encuentra presente en el agua, su apariencia es un componente de alto riesgo ya que la generación de estos productos secundarios nocivos de la purificación del agua, así como, los trihalometanos. El agua tiene una propiedad que es incoloro y si este cuenta con color se debe a que hay materia orgánica natural presente en el agua, pueden ser los componentes húmicos o algunos metales presentes como el cobre, hierro o manganeso, que están encuentra diluidas o en suspensión. Las aguas superficiales pueden poseer características coloreadas por la presencia de los compuestos pigmentados que se hallan suspendidos en el agua, pero en realidad el agua es incoloro por el cual no posee color. Los compuestos o partículas colorantes son el resultado del contacto con los desechos orgánicos como los frutos, hojas, madera y minuterios de coníferas, en cualquier fase de putrefacción, está constituido por muchas variedades de restos de vegetales.

- Características

El color es ocasionado por las partículas suspendidas también denominado como color ficticio y es otro el color obtenido de las sustancias de vegetales, al que se denomina color existente. En los análisis de los laboratorios del agua es indispensable distinguir entre el color real y el color aparente.

- Riesgos hacia la salud

No accede el camino de los rayos solares para el progreso de la vida. La presencia del color en el agua indica un deficiente tratamiento de aguas y del sistema de repartición. La presencia de partículas en el agua hace que modifique la temperatura del agua ya que dichas partículas absorben calor.

Olor

Minchan (2018) menciona que su forma pura, el agua no contiene sensaciones sensoriales. El agua no tiene olor el cual puede usarse de forma subjetiva para mencionar cualitativamente su condición, situación, origen o contenido. En caso de que esta característica pueda obtener un extenso espectro de capacidades, para la pretensión de la mejora de la calidad de aguas concurren ciertos olores particulares que identifican algunas informaciones y orígenes, prácticamente bien definidos. Por el cual estos aromas más conocidos, existen otros aromas que plasman un principio en común, porque son menos usuales en los análisis de estado de aguas. De esta manera las aguas negras de manufacturas lecheras de granjas vinícolas, de fábricas cerveceras y de compañías vinculadas con la utilización del hidrocarburo, poseen diferentes aromas que son de fácil reconocimiento y que deben tomarse nota en los cuadernos de campo.

- Características

El olor se registra como elemento de calidad que sobresalta a la aceptación del agua para consumo humano que pueda malograrse con la compañía, de los peces y otros seres vivos acuáticos y derogar la composición de las aguas instaladas del recreo. Componentes artificiales activos en el agua tales como el cloro, mucho petróleo, compuestos orgánicos descompuestas, los fenoles y sustancias rescatadas por desiguales hongos y algas, el cual pueden provocar sabores y olores muy desagradables al agua, si bien estas existan en diminutas cantidades.

- Riesgos para la salud

- Molestia, dolor de cabeza, mareos.
- Trastornos estribando del causante del olor.

pH

Las pequeñas escalas de alcalinidad de la fuente de agua de la provisión y adición de sustancias químicas que se dé la técnica de coagulación y desinfección usados en las plantas de procesamiento del agua purificada, crean la insuficiencia por el cual se va dar una necesidad de ejercer tratamientos de ajustes del pH, para concluir el período del procedimiento, con el objetivo de impedir los fenómenos de embestida, de erosión, en los procesos de repartición del Agua potable. Esta información contiene los rendimientos del estudio de distintos índices de compensación para el muestreo y la inspección del proceso de pH del agua procesada del determinado río Cauca, de donde se suministra el ochenta por ciento de la comunidad de Cali. Los inventarios se dedujeron, el mayor porcentaje con información verdadera de los datos de seis reuniones de determinación del agua procesada, hallándose que éste recurso sea corrosiva e insaturada, lo que señala la precisión de acordar las situaciones de la última escala, valorar otros tipos de compuestos alcalinizantes, así seguir promoviendo el cambio de las tuberías (Bueno, 2014).

- Características

Las concentraciones de iones de hidrógeno es una medida de calidad de mucha prevalencia tanto para el asunto de la calidad de las aguas naturales, así como las aguas negras. Todas las etapas del proceso del agua para el abastecimiento, como la compensación ácida, coagulación, suavizado, desinfección, precipitación y chequeo de la erosión, y va depender del pH (DIGESA, 2010).

- Riesgo

El pH no genera impactos continuos en las personas que lo consumen, es considerado como parámetro del agua. La limpieza con cloro es considerado idóneo y es favorable que tenga un pH menor a ocho. En medidas con superioridad mayor de pH 11 trae consecuencias de irritación a la vista y agrava los trastornos de la piel (DIGESA, 2010)

Conductividad

La DIGESA (2010) menciona que la acción de los diferentes iones disueltos y temperatura a la que se ejecuta la disposición. La conductividad es una valoración numéricamente que tiene la cavidad de una solución para trasladar una corriente eléctrica. Esta cavidad depende de la apariencia de los iones y de la cantidad total, de su oscilación, concentraciones relativas y valencia, de igual manera la medición de la temperatura. Cuando se trate del agua sin contaminantes tiene menor conductividad, la disposición del parámetro conductividad eléctrica del agua nos muestra una idea de cómo son los resultados de los sólidos disueltos. Estos indican la disposición de dichos contaminantes en el agua, lo que ayuda a agrandar su capacidad de conducir la corriente eléctrica, es un parámetro que se usa para las mediciones de insitu o en el laboratorio, manifestadas en micro Siemens/l. en función de dicha conductividad se logra conseguir los sólidos disueltos triplicando por un elemento entre 0.55 y 0.75. Los sólidos totales disueltos, son valorados en miligramos por litro, logran ser producidos con la conductividad que se multiplica con un elemento constituido entre los valores de 0,55 y 0,75. Estos elementos puede ser considerados por cada cuerpo de agua, que persiste constantemente, de acuerdo a las cantidades iónicas en el líquido y si persisten firmes.

- Características
 - Las muestras de la gran cantidad de ácidos, bases y sales muestran factores de conductividad relativa apropiados.
 - Las partículas orgánicas compuestas que no se distinguen en las muestras acuosas el cual poseen una conductividad muy poco o nula.
 - La conductividad eléctrica en el agua se usa una compostura evasiva de su composición de los sólidos disueltos totales o de los minerales presentes en el agua.
 - Cuando hay presencia de salinidad en el agua se sabe que hay mayor conductividad eléctrica.

- Cuando hay apariencia de las sales malogra el desarrollo de la flora acuática por los siguientes componentes.
 1. sensación osmóticos, causados por las grandes concentraciones sales en el fondo del agua.
 2. las sustancias nocivas de iones determinados, causada por la gran cantidad de un ión definitivo.
 3. separados de los fragmentos que se encuentran en el suelo, causada por el elemento importante del sodio y por la poca salinidad.

Es escaso conseguir datos de 1200 umhos/cm y 700 umhos/cm. de forma originario en las fuentes de agua superficial.

El valor de la conductividad eléctrica se en uhm/cm.

Ciclo del agua

El ciclo del agua en la atmosfera y la tierra se denominan ciclo hidrológico. Se genera vapor debido a la vaporización en la corteza terrestre y fuentes de agua. El ciclo del agua que recorre por la atmósfera y se precipita en lluvia y también en nieve. Al momento de entrar en contacto con la superficie terrestre, el recurso hídrico tiene dos trayectorias, de acuerdo a las cantidades del volumen por la magnitud de la lluvia, al igual que la permeabilidad, humedad previa del suelo, grosor y porosidad, pequeña cantidad del agua se traspasa a los ríos y arroyos, seguidamente desemboca a las cuencas principales y seguido a los océanos y volúmenes de aguas continentales; pequeñas cantidades se introducen en la superficie terrestre. La cantidad de agua que excede las energías de adhesión y cohesión de la tierra, se introduce hacia el suelo y se recopila la denomina lugar de repleción para lograr crear un almacén de agua subterránea, cuya área se identifica como el nivel freático (Mejía, 2010).

Impurezas del agua.

Es totalmente improbable hallar un agua inasequiblemente pura, debido a que el agua eternamente va contener impurezas. El agua pluvial reúne impurezas cuando ésta se evapora por medio del aire. Los

riachuelos y los cañones también acumulan contaminantes de origen de la tierra y de las evacuaciones de aguas negras provenientes de las industriales y viviendas, trasladándolas a los embalses, lagos y mares. Existe poco suceso de salida en las aguas principales de una cuenca, donde la gente es escasa, pero en algunos casos puede considerarse un agua superficial libre de contaminantes, a pesar de la purificación natural ocurre en toda fuente de agua gracias a la sedimentación y fallecimiento de los microorganismos patógenas (Mejía, 2010).

Contaminantes en el agua sin depurar

La aptitud única que posee el agua es de disolver, en cierta medida, usualmente cualquier sustancia química que posee casi todas las maneras de vida simboliza que los abastecimientos de agua sin tratar poseen grandes cantidades de contaminantes (Mejía, 2010).

Agua potable

El agua de consumo es el agua que se usa para las tareas domésticas, como cocinar, beber y para la limpieza de las personas. El agua de consumo se cree segura si cumple ciertas reglas biológicas y químicas pertinentes a la calidad del agua que se consume; las Guías para la calidad del agua tratada de la OMS. El libre acceso al agua de consumo se examina de acuerdo a los indicadores suplentes: la relación de personas que usan el agua mejorada: pozo profundo predilecto, pozos perforados, ojo de agua protegido, grifos públicos, acopio de precipitación y uniones domiciliarias. Las instalaciones domiciliarias del agua tratada – agua uniforme en las casas, patio o solar. El almacén del agua potabilizada, renovada es un origen de edificación el cual cuida debidamente el agua de toda contaminación con el exterior, sobre todo de la materia fecal (Orellana, 2005).

Marco legal sobre la calidad de aguas

Según la ley de Recursos hídricos (ley N°29338) en el Art. 40 menciona el Acceso de la población a las redes de agua potable. El Estado garantiza a todas las personas el derecho de acceso a los servicios de agua potable, en cantidad suficiente y en condiciones de

seguridad y calidad para satisfacer necesidades personales y domésticas.

Tratamiento de agua para consumo humano

Según el D.S. N° 031-2010-SA el tratamiento se realizará de acuerdo a la calidad del agua cruda, en caso que ésta provenga de una fuente subterránea y cumpla los límites máximos permisibles (LMP) señalados en los Anexos del presente Reglamento, deberá ser desinfectada previo al suministro a los consumidores.

Características del agua potable

Orellana (2005) hace conocer que el agua posee muchas sustancias biológicas y químicas dispersas o flotantes en ella. A partir del instante en que se aglomera para pasar a ser precipitación, el agua diluye los compuestos químicos de sus contornos, recorre sobre el área superficial de la tierra y se filtra a través del mismo. Asimismo, el agua posee microorganismos vivientes que reanudan con sus componentes químicos y físicos. Por ese motivo suele ser preciso hacer el tratamiento para que sea adecuada y así pueda usarlo la población. El agua posee algunos microorganismos y sustancias químicas ya que son perjudiciales para ciertos tratamientos industriales, y a la par perfectamente apto para todas las personas. Los organismos microbiológicos son el motivo de muchas infecciones y enfermedades que son transmitidas por el agua lo cual hace que dichas aguas sean un peligro para las comunidades.

Según Orellana (2005) las aguas que se encuentran en las zonas subterráneas con piedra caliza logran poseer un gran contenido de bicarbonatos de calcio y requieren procesos de reblandecimiento anterior a su uso. Conforme a la utilización del agua, las condiciones de la calidad del mismo componente. Por lo general la calidad se obtiene de acuerdo al grado en que se encuentra a los estándares químicos, biológicos y físicos normados a nivel nacional e internacional. Es necesario saber las condiciones de calidad para la utilización con el objetivo de establecer si requiere del proceso y qué procedimientos se

debería usar para conseguir la buena calidad requerida. Los patrones de calidad están creados para patrullar los procedimientos de cada método respectivo y enmendar si es necesario.

Tabla 3

LMP para agua de consumo humano.

Límites máximos permisibles de parámetros de la calidad de agua para consumo humano		
Parámetros	Unidad de medida	Límites Máximos Permisibles
Olor	---	Aceptable
Sabor	---	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
Ph	Valor de pH	6.5 a 8.5
Conductividad (25°)	µmho/cm	1500
Sólidos totales disueltos	mgL-1	1000
Cloruros	mg Cl - L -1	250
Sulfatos	mg SO4 = L-1	250
Dureza total	mg CaCO3 L-1	500
Amoniaco	mg N L-1	15
Hierro	mg Fe L-1	03
Magnesio	mg Mn L-1	0.4
Aluminio	mg Al L-1	0.2
Cobre	mg Cu L-1	2.0
Zinc	mg Zn L-1	3.0

Nota. se observa los LMP que debe tener un agua de consumo humano.

- **Características Físicas:**

Las características del agua deben poseer más cuidado con las características como el sabor, olor, color y la presencia de la turbidez en el agua que ofrece, en mayor porción porque poseen malos aspectos como el sabor, por motivo de su uso consecutivo en la fabricación de bebidas, textiles y calidad de alimentos. Las propiedades como el olor y sabor se deben a la apariencia de compuestos químicos volátiles y a la presencia del material orgánico en descomposición. Las medidas de estos hacen diluciones precisas para disminuir el nivel detectable por la técnica de la observación. La coloración del agua es por la apariencia de compuestos inorgánicos como manganeso y hierro, residuos orgánicos y materiales coloridos

de las empresas. El tipo de agua de las viviendas logra deteriorar los agregados sanitario y decolorar la ropa. Los análisis se realizan por comparación en conjunto a los estándares de los compuestos química que da como resultado un color parecido al que tiene el agua. La turbiedad aparte de que es objetivo desde un inicio estético, puede portar sustancias patógenas unidos a fragmentos que se hallan suspendidas. El agua posee diversas partículas de arcilla que se encuentran suspendidas, cuando se observa a simple vista. Los ojos de agua superficial cambian a partir de 10 hasta 1.000 NTU, y los ríos que poseen un color claro pueden tener 10.000 unidades. Las mediciones de las propiedades de la turbidez pueden ser ópticas en la suspensión lo hace un impacto de la luz el cual produce una dispersión. Los resultados obtenidos se contrastan luego que se consiguen una suspensión estándar (Orellana, 2005).

- **Características Químicas**

Las sustancias químicas disueltas son múltiples en agua el cual son de principio industrial o natural el cual benéficos o perjudiciales que va de acuerdo a su estructura y concentración de toxicidad. Como por ejemplo tenemos al manganeso y el hierro en cantidades mínimas que causan el color en el agua, asimismo pueden oxidarse y formarse en almacenes de óxido de manganeso e hidróxido férrico internamente de las instalaciones de conducciones de agua. Las aguas crudas son aquellas que necesitan muchos aumentos de detergente para crear burbujas el cual provoca embustidos en instalaciones de aguas calientes. El parámetro dureza del agua se manifiesta en mg semejantes al carbonato de calcio. Tener presente que el agua químicamente concentrada es la mezcla de hidrógeno y oxígeno que puede producirse en los laboratorios por la técnica de la electrólisis y en forma natural cuando hay presencia de tormentas eléctricas (Orellana, 2005).

- **Características biológicas**

Toda agua posee gran variedad de componentes biológicos a partir de organismos hasta los peces. El nacimiento de los organismos logra darse de forma originario, de esta manera crean su propio hábitat, su origen es a causa de la contaminación por efluentes industriales y cloacales, el cual es producido por la erosión del suelo ya sea por erosión hídrica o eólica. Cuando el agua contiene microorganismos patógenos quiere decir que las condiciones físicas y químicas del agua son de baja calidad y cuando el agua posee temperaturas cálidas y presencia de material orgánica utilizable, las especies o tipos de organismos crecen y se multiplican. De igual forma los crustáceos se multiplican y de modo que los peces de igual forma (Orellana, 2005).

Se denomina agua para consumo humano a que es apto para consumir y ser usado sin límite. El proceso se atribuye al agua que dispone las reglas de calidad difundidas por las potestades mundiales, nacionales y locales (Cordero, 2011).

Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua

Categoría 1: poblacional y recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Tipos

Según el D.S. N° 004-2017-MINAM Las Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable: son aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección: Son aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para

consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional: son aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.
- Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado: son aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

Ventajas de un tratamiento convencional

Según Spena (2016) menciona que las ventajas son:

- ✓ Son utilizados como un pre y/o post tratamiento para obtener un agua con mayor biodegradabilidad.
- ✓ Menos costo inicial.
- ✓ Calidad y larga vida.
- ✓ Se puede colocar normalmente sobre el tanque de almacenamiento.
- ✓ Evita tener que adquirir tierras adicionales.

Desventajas de un tratamiento convencional

La adición de productos químicos también da como resultado la producción de un gran volumen de lodo que deberá tratarse y eliminarse después del tratamiento. Este lodo también es peligroso debido a la naturaleza de los componentes que se agregan. El volumen y la

toxicidad del lodo pueden aumentar los costos de eliminación, ya que no se deshidrata fácilmente (Genesis, 2019).

El cloro es bastante volátil y puede dar lugar a subproductos de desinfección (DBP) que pueden ser perjudiciales para los humanos, los animales y la vida acuática. Requiere un manejo cuidadoso para ser enviado, almacenado y utilizado de manera segura (Genesis, 2019).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Comparación

Una comparación consiste en observar dos elementos o más y establecer similitudes y diferencias. De manera consciente o inconsciente estamos comparando cosas permanentemente. De hecho, la comparación es una forma de comprender la realidad. Cuando nos encontramos con un objeto desconocido tendemos a relacionarlo con otro ya conocido y, por tanto, hacemos un ejercicio intelectual comparativo (Ferrer, 2014).

Coagulantes

Son sustancias artificiales o de origen vegetal, que graduadas apropiadamente en un volumen de agua homogéneo posee partículas que se hallan flotando en el agua denominadas turbidez, son encargadas de formar afinidad entre estas para aumentar el tamaño, beneficiando al incremento de los coágulos. Estos coágulos si se encuentran muy bien tratados, crearan los flóculos y decantaran en el proceso de sedimentación (García, 2015).

Contaminación

La contaminación al momento de alterar el medio ambiente ocasiona diferentes impactos complejos de modo que sus componentes iniciales como: agua, suelo y atmósfera, sin embargo, se logra estudiar la contaminación de cada componente en el medio ambiente y como se logra la proliferación a los otros componentes del medio ambiente (Orellana, 2005).

Contaminación del agua

La contaminación hídrica posee un determinado lugar en las fuentes naturales del agua, así como los mares, lagos, cuencas, microcuencas, etc. Están adheridos a diversos tipos de compuestos químicos diferentes a su origen, que cambian sus propiedades volviéndolas insalubre, tóxicos para los seres vivos, por tanto, inservible para principalmente para el consumo humano, recreación, agricultura y pesca (Estela, 2020).

Indicadores

No hay una teoría exacta por parte de alguna entidad mundial o nacional, sólo ciertas reseñas lo definen como: Instrumentos para definir y clarificar, de representación más precisa, objetivos e impactos, son medidas verificables de resultado o cambio diseñado para referir con un patrón contra el cual ajustar, valorar o señalar el tratamiento con respecto a límites establecidos, facilitan la separación de materias, generando productos y alcanzando objetivos (Mondragón, 2002).

Sedimentación

Los sedimentos son partículas inevitables que proviene de los fenómenos naturales que se empieza con la erosión del suelo, su transporte se da mediante el viento o el agua y su depósito son en las partes bajas o valles, luego con las condiciones hidrodinámicas vuelven el movimiento. Los transportes de las partículas se dan mediante: la gravedad, la actividad humana, el agua, el hielo y el viento. Estos medios geológicos cuentan con tres acciones: a. Erosión: reside en la desintegración o deterioro de las rocas. b. Transporte: una vez que las rocas estén rotas, los trozos pequeños de las rocas son llevados a diferentes lugares. c. Sedimentación: una vez que se arrastrados hacia distintos lugares, los trazos o pequeños partes de la roca se colocan en un lugar nuevo, quiere decir, pasan a sedimentarse (Tirado, 2014).

Sólidos suspendidos totales (SST)

Por lo general son los responsables de las partículas visibles en el agua. La partícula suspendida radica en trozos muy pequeños, que son difíciles de

eliminar por esta técnica de deposición. Pueden ser reconocidas con las características visibles que poseen dentro del agua, teniendo en cuenta la claridad y turbidez; el olor, el color y el sabor del agua (DIGESA, 2010).

Límites Máximos Permisibles

Son los límites del grado de elementos tóxicos o de la concentración, también pueden ser los parámetros químicos, físicos y biológicos, que determinan a una emisión, que al ser expuesta en grandes cantidades logra causar impactos hacia la salud del bienestar de las personas, animales y al ambiente. Su acatamiento es obligatorio legítimamente por el ministerio del ambiente y las entidades que acceden el Sistema de Gestión Ambiental (D.S. N° 011-2009-MINAM).

Unidades Nefelométricas de Turbidez

La herramienta es utilizada para calibrar el turbidímetro, que calcula la magnitud de la luz esparcida a 90° en el momento en que los rayos de luz pasan por encima de la muestra de agua. Estos equipos son los que en este momento están siendo manipulados, por su mayor exactitud. La unidad que más usó, años pasados fueron las Unidades de Turbidez de Jackson (JTU), analizadas con el turbidímetro de vela de Jackson fue el más antiguo (Miranda, 2009).

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El efecto coagulante de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) es diferente al efecto coagulante de la sábila (*Aloe vera*) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Coagulación

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Turbidez

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable independiente	Indicadores	Valor final	Tipo de variable
Coagulación	Cantidad de tuna 5.4 gr por 3 Lt. Cantidad de sábila 5.4 gr por 3 Lt.	Coagulante natural de penca de tuna Coagulante natural de sábila.	Nominal dicotómica
Variable dependiente	Indicadores	Valor final	Tipo de variable
Turbidez	<p>Parámetros físicos</p> <p>a) Turbidez b) Potencial de Hidrogeno (pH) c) Conductividad d) Temperatura</p> <p>Parámetros químicos</p> <p>a) Solidos Totales Disueltos b) Solidos Suspendidos Totales c) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) d) Demanda Química de Oxígeno (DQO) e) Oxígeno Disuelto (OD) f) Sulfatos g) Cloruros</p> <p>Parámetros Microbiológicos</p> <p>a) Coliformes Termotolerantes o fecales b) Coliformes Totales</p>	<p>Parámetros físicos</p> <p>a) NTU b) Unidad de Ph c) uhm/cm d) C</p> <p>Parámetros químicos</p> <p>a) mgL-1 b) mg/L-1 c) mg/L d) mg/L e) mg/L f) mg/L g) mg/L</p> <p>Parámetros Microbiológicos</p> <p>a) UFC/100 mL a 44,5°C b) UFC/100 mL a 35°C</p>	<p>Numérica continua</p> <p>Numérica Discreta</p>

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según la planificación de los datos fue prospectivo porque se trabajó con datos primarios. Según el número de mediciones de la variable de estudio fue longitudinal porque la variable de estudio se midió en más de una ocasión. Según el número de variables analíticas fue analítico porque considera la participación de más de una variable analítica. Según la intervención del investigador fue con intervención porque se modifica la población de estudio o las unidades de estudio desde un estado inicial hacia un estado final diferente (Supo y Zacarías, 2020).

3.1.1. ENFOQUE

Este estudio de investigación considera un enfoque cuantitativo debido a que hace uso de la estadística para el análisis de los datos (Supo y Zacarias, 2020).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Este estudio fue de nivel explicativo, se tiene una variable causal y otra que recibe el efecto (Supo y Zacarias, 2020). Se pretendió evaluar el efecto que tiene el coagulante con la planta de tuna y sábila en la calidad del agua pretratada de uso doméstico.

3.1.3. DISEÑO

Este estudio considera un diseño ajustado al experimento verdadero ya que se tiene 2 grupos experimentales (Supo y Zacarías, 2020).

A continuación, se presenta un esquema que ilustra el diseño descrito previamente:

GE₁: O₁-----X₁-----O₂

GE₂: O₁-----X₂-----O₂

GE: Grupo Experimental

O₁: Observación inicial

O₂: Observación final

X₁: Intervención del coagulante natural de 5.4 gr de tuna por cada 3 Lt.

X₂: Intervención del coagulante natural de 5.4 gr de sábila por cada 3 Lt.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio está comprendida por el agua potable que consumen los pobladores del distrito de Panao, Provincia de Pachitea, Departamento de Huánuco. Este estudio se desarrolló entre los meses de febrero y marzo ya que hay mayor porcentaje de turbidez en el agua; este estudio tuvo 2 unidades de estudio en el pre tes y 5 unidades de estudio en el pos tes, donde cada unidad de estudio tuvo 3 Lt de agua de igual forma será para la segunda planta a utilizar.

Coordenadas de ubicación:

Latitud	Longitud
-9.900249 S	-75.992869 O

La muestra del presente estudio está comprendida por 36 litros del agua superficial.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Variable	Indicador	Técnica	Instrumento	
Coagulación	Cantidad de tuna y sábila	Observación	Protocolo de muestreo	
	Color	Observación	Colorímetro	
	Olor	Observación	-	
	Sabor	Observación	-	
	Potencial de Hidrógeno	Observación	Ph-metro	
	Solidos Totales Disueltos (STD)	Observación	Multiparámetro	
	Sólidos Suspendidos Totales (SST)	Observación	Multiparámetro	
	Conductividad	Observación	Medidor de conductividad PCE-PH 30	
	Turbidez	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	Observación	Multímetro portátil HQ40D
		Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Observación	Medidor DQO HI 83214
Temperatura		Observación	Termómetro	
Oxígeno Disuelto (OD)		Observación	Multiparámetro	
Cloruros		Observación	Analizador de cloruro	
Coliformes Termotolerantes o fecales		Observación	Analizador de coliformes portátil para agua	
Coliformes Totales		Observación	Analizador de coliformes portátil para agua	

Técnicas para procesar la penca de tuna

Para la preparación del coagulante natural de la tuna se siguió los siguientes procedimientos:

Paso 1. Se recolectó la penca de la tuna .

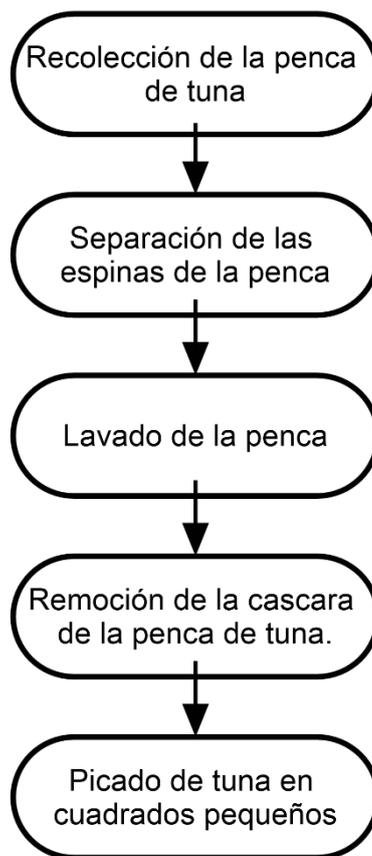
Paso 2. Se procedió a quitar las espinas de la penca de la tuna con la ayuda de un cutter y guantes.

Paso 3. Lavar la penca de la tuna, seguido de ello quitar la cáscara.

Paso 4. Con un cuchillo se cortó la penca de la tuna en cuadrados pequeños.

Figura 3

Flujograma para procesar la tuna.



Técnicas para procesar la hoja de sábila

Para la preparación del coagulante natural de la sábila se siguió los siguientes procedimientos:

Paso 1 Se recolectó la hoja de la sábila.

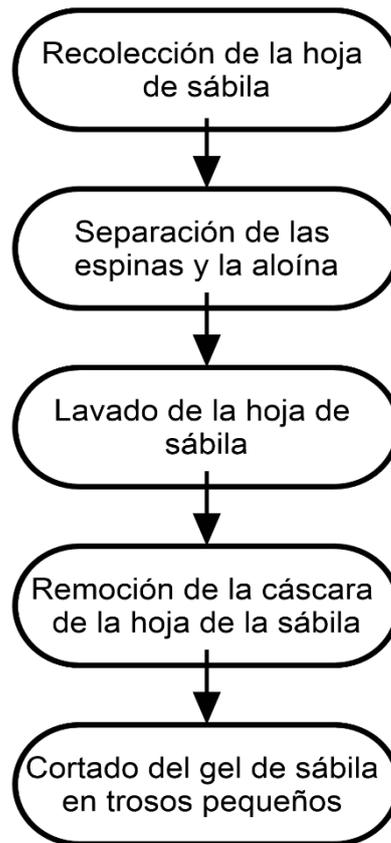
Paso 2. Se procedió a quitar la parte de los bordes (las espinas) y se extrajo la aloina (sustancia líquida de color pardo que contiene la sábila) con la ayuda de un cuchillo y guantes.

Paso 3. Se lavó la hoja de sábila, seguido de ello quitar la cáscara.

Paso 4. Con un cuchillo se cortó el gel de la sábila en cuadrados pequeños.

Figura 4

Flujograma para procesar la sábila

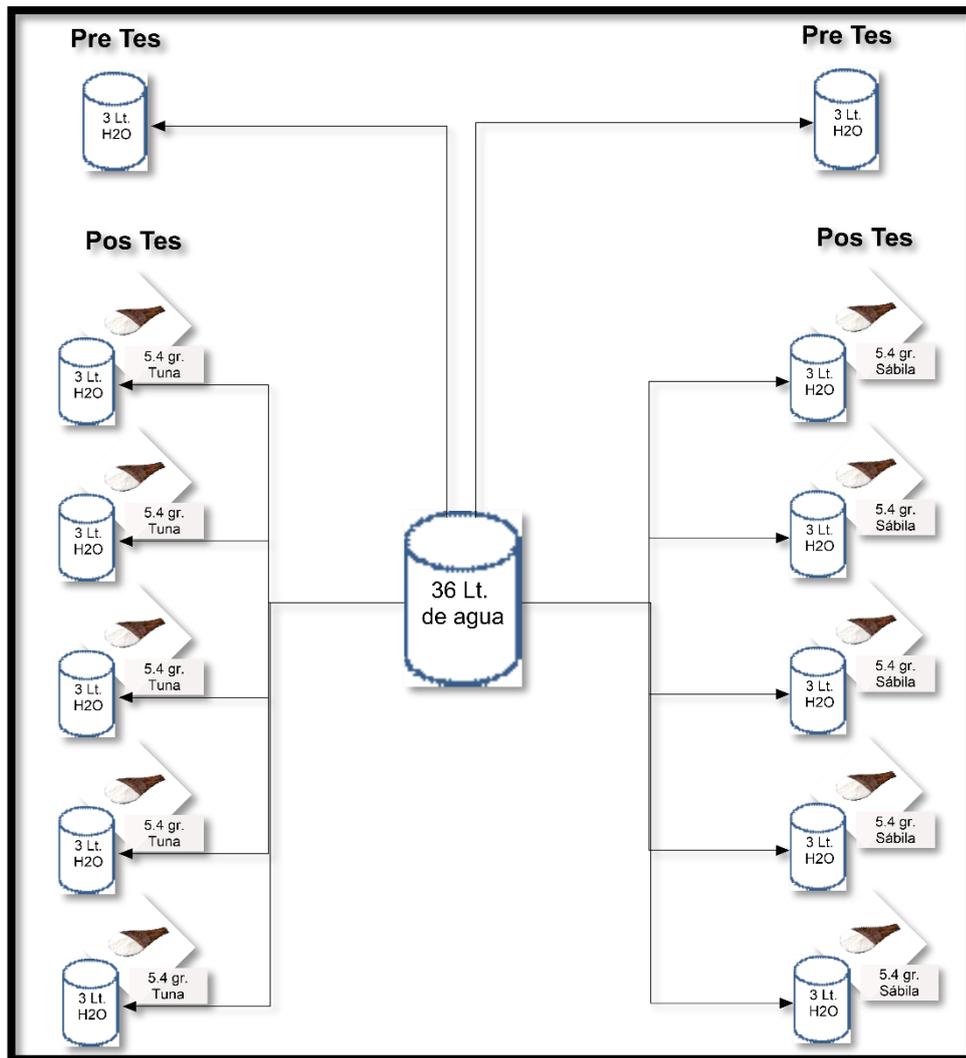


Para realizar la comparación de la muestra se trabajó de la siguiente manera:

Paso 1. Se procedió a juntar 36 Lt. de agua el cual será la población de estudio; de los cuales se va separar 3 Lt. de agua en dos recipientes para el pretest de la tuna y la sábila.

Figura 5

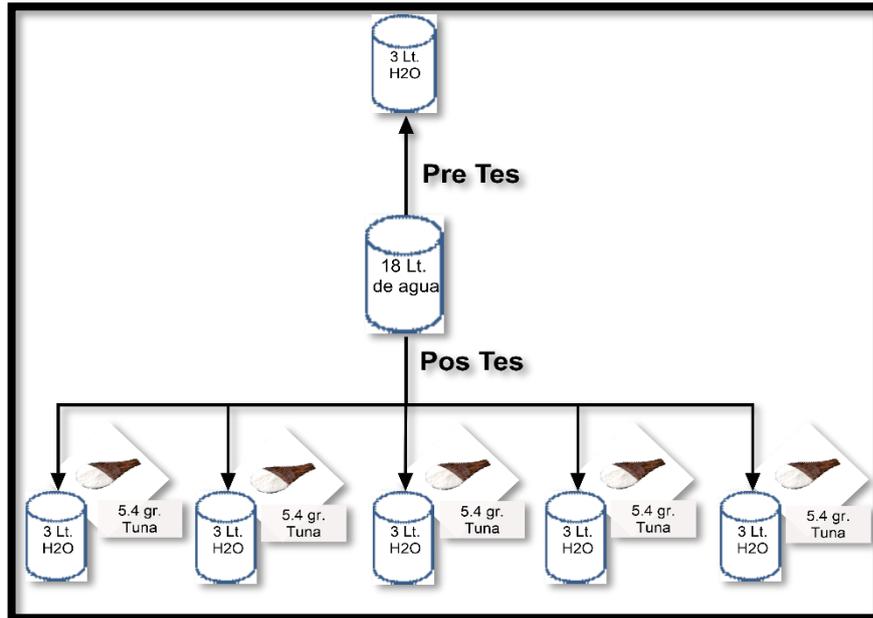
Diagrama de comparación de muestras



Paso 2. De los 30 Lt. de agua se procederá a separar en 5 recipientes de 3 Lt. para agregar 5.4 gr. coagulante de tuna y proceder a remover.

Figura 6

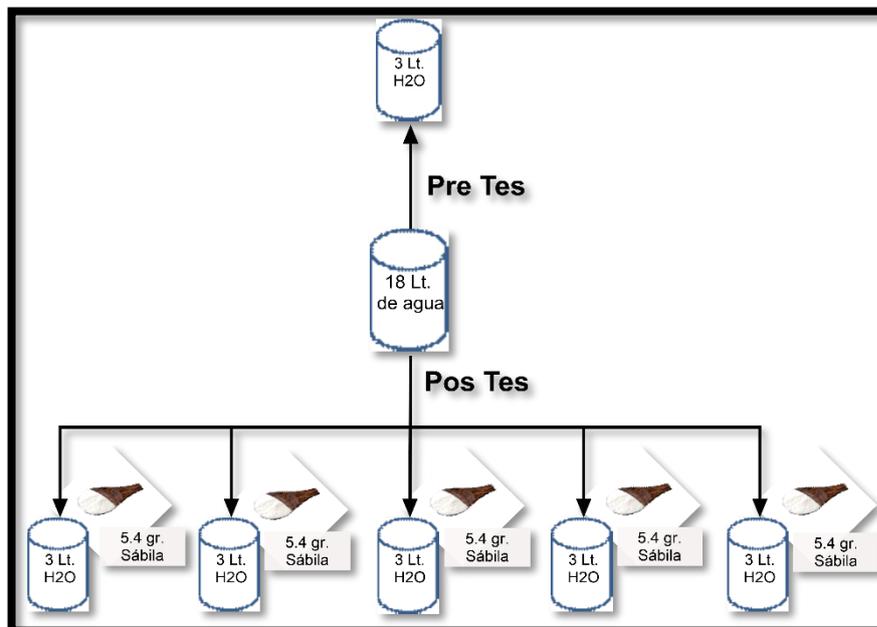
Diagrama de método de análisis de las muestras con la penca de tuna.



Paso 3. De los 15 Lt. de agua se procederá a separar en 5 recipientes de 3 Lt. para agregar 5.4 gr. coagulante de sábila y proceder a remover.

Figura 7

Diagrama de método de análisis de las muestras con la sábila.



Protocolo nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (resolución jefatural N° 010-2016-ANA).

- **Materiales y equipos a usar.** - Para la toma de muestra se utilizó botellas de plástico de 1 Litro, sticker con códigos, un cooler con hielo, guantes de nitrilo, pH-metro, termómetro, GPS, conductímetro, plumón indeleble, cadena de custodia, EPPs adecuados.
- **Selección de puntos de muestreo y parámetros.** - Previo al trabajo de campo, como parte del plan de muestreo, se determinó el punto de muestreo y parámetros in situ a analizar.
- **Procedimiento del trabajo de campo**
 - a) **Identificación del punto de muestreo**

Se codificó en el plan de muestreo el código del punto relacionado a analizar. Se localizó la posición geográfica, utilizando el equipo de posicionamiento satelital.
 - b) **Toma de muestra**

Comenzamos con sacar los parámetros in situ, utilizando los equipos correspondientes. Una vez hallado los parámetros in situ, se procedió a la toma de muestra, sumergiendo las botellas en los baldes, hasta haber tomado 3 muestras por cada balde. Las botellas serán selladas y puestas en el cooler con hielo para que se mantengan a una temperatura de 4° C.
 - c) **Manipulación y preservación de la muestra**

El tiempo mínimo para poder preservar la muestra y llevar al laboratorio es de 24 horas, la temperatura debe estar como máximo a 4° C, por lo que es recomendable de llevar al laboratorio minutos después de haber tomado las muestras.
 - d) **Rotulación de la muestra.**

La muestra se llevó al laboratorio con su respectiva identificación o etiquetado. Las botellas se rotularon correctamente; la rotulación se realizó en la botella y no en la tapa. Cada caja de muestras tiene una cadena de custodia correspondiente.

- **Procedimiento de post muestreo**

- a) Transporte y seguridad

Se tuvo un cuidado especial en el transporte de los envases con muestras, por lo que se sujetó en el interior del vehículo, a fin de evitar los efectos de las vibraciones durante el transporte, impidiendo que se deslicen o vibren.

La logística del transporte, así como el modo de embalar los envases son determinadas antes de iniciar los trabajos de campo. El uso de materiales esponjosos deberá colocarse entre los envases con la finalidad de evitar la vibración y ruptura entre las mismas. Los envases se mantuvieron en posición vertical dentro del contenedor que los aloja.

- b) Cadena de custodia

Es el documento donde se registró toda la información relevante para asegurar la integridad de la muestra desde la recolección hasta el reporte de resultados por parte del laboratorio.

- **Mantenimiento de archivos**

- a) Recolección de datos:

- Las coordenadas de latitud y longitud.
 - La coordenada de altitud.
 - Información del registro geológico.
 - La colecta de muestras.
 - Los análisis de laboratorio de las muestras

- b) Mantenimiento de notas de campo:

- Descripción del muestreo
 - Ubicación del sitio
 - Identificación de la muestra
 - Hora y fecha del muestreo.
 - Nombre del tesista.
 - Métodos y resultados de las medidas de campo; aspecto de la muestra.
 - Condiciones climatológicas importantes, anteriores y actuales.
 - Métodos de conservación de la muestra.
 - Tipo de análisis para las muestras colectadas.
 - Ubicación de las muestras duplicadas.

- Observaciones y comentarios

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos empleamos materiales y equipos, para la toma de muestra se utilizó botellas de plástico de 1 Litro, sticker con códigos, un cooler con hielo, guantes de nitrilo, ph-metro, termómetro, GPS, conductímetro, plumón indeleble, cadena de custodia, equipos de protección personal adecuados, etc.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para la presentación de datos se realizó todo el procedimiento para la toma de muestra respetando los protocolos de bioseguridad lo cual tomamos las muestras y lo llevamos al laboratorio para obtener nuestros resultados.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS EN INTERPRETACIÓN DE DATOS

Para el análisis en interpretación de datos se presentaron los resultados de la disminución de la turbidez en el agua potable.

3.3.4. CONSIDERACIONES DEL ESTUDIO

- La recolección de la muestra se va hacer en época de invierno ya que hay mayor porcentaje de turbidez.
- Tener en cuenta el tamaño de la penca de la tuna y de la sábila.
- La penca de la tuna no debe de tener alguna enfermedad.
- Tener en cuenta la velocidad en que se va agitar el agua.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Etapas	Técnica
Procesamiento	Recolección, Ordenamiento y Codificación de dato.
Análisis	Sistema de datos (presentación de tablas y gráficos) con MS Excel y SPSS versión 24 Redacción científica.

En el cuadro se muestran las etapas y las técnicas donde se observará el procesamiento y análisis de la información para así recopilar los datos que se van a obtener en el proceso.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 4

Resultado de la turbidez del agua pretratada antes y después de la coagulación con la tuna (Opuntia ficus-indica) y la sábila (Aloe vera)

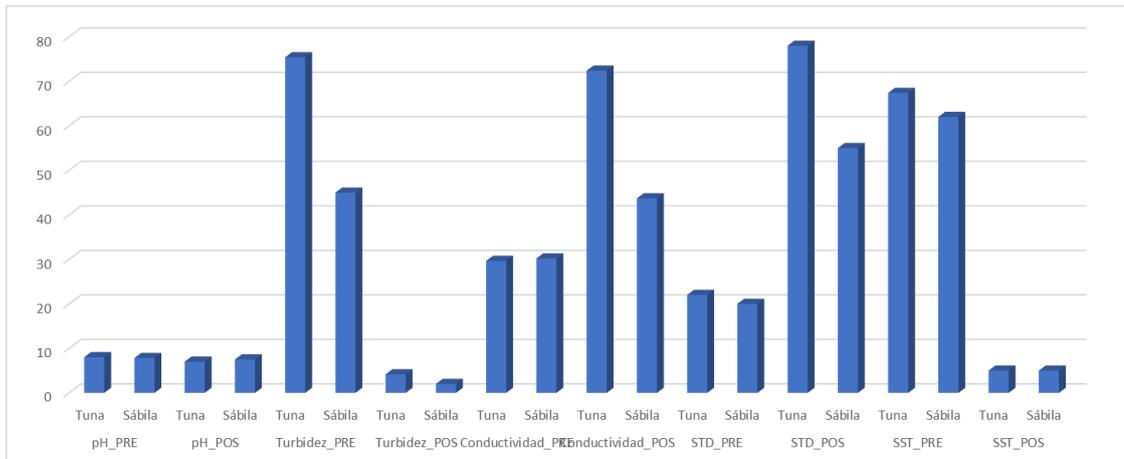
		Media	Unidad de medida	Variación	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				%		Límite inferior	Límite superior
pH_PRE	Tuna	8.0200	Unidad de ph		0.00000	8.0200	8.0200
	Sábila	7.8300	Unidad de ph		0.00000	7.8300	7.8300
pH_POS	Tuna	7.0100	Unidad de ph	-13%	0.02387	6.9437	7.0763
	Sábila	7.5040	Unidad de ph	-4%	0.05391	7.3543	7.6537
Turbidez_PRE	Tuna	75.4000	NTU		0.00000	75.4000	75.4000
	Sábila	45.0000	NTU		0.00000	45.0000	45.0000
Turbidez_POS	Tuna	4.1680	NTU	-94%	1.17473	0.9064	7.4296
	Sábila	2.0220	NTU	-96%	0.08523	1.7854	2.2586
Conductividad_PRE	Tuna	29.6600	Us/cm		0.00000	29.6600	29.6600
	Sábila	30.2000	Us/cm		0.00000	30.2000	30.2000
Conductividad_POS	Tuna	72.4000	Us/cm	144%	5.39741	57.4144	87.3856
	Sábila	43.7000	Us/cm	45%	0.69138	41.7804	45.6196
STD_PRE	Tuna	22.0000	Mg/L		0.00000	22.0000	22.0000
	Sábila	20.0000	Mg/L		0.00000	20.0000	20.0000
STD_POS	Tuna	78.0000	Mg/L	255%	10.41153	49.0930	106.9070
	Sábila	55.0000	Mg/L	175%	9.10799	34.3963	75.6037
SST_PRE	Tuna	67.4000	Mg/L		0.00000	67.4000	67.4000
	Sábila	62.0000	Mg/L		0.00000	62.0000	62.0000
SST_POS	Tuna	5.0000	Mg/L	-93%	0.00000	5.0000	5.0000
	Sábila	5.0000	Mg/L	-92%	0.00000	5.0000	5.0000

Nota. Esta tabla muestra las medidas de resumen de los datos analizados.

Con la tuna se ha obtenido una variación de -13% en cuanto al valor del pH, superior a lo obtenido por la sábila. En cuanto a la turbidez, con la sábila se obtuvo una mayor reducción de la misma (-96%). La conductividad se ha incrementado más con el empleo de la tuna (144%), asimismo, los STD se han incrementado más con la tuna (255%) que con la sábila. Por último, se dio un mayor decremento de los SST al emplearse la tuna (93%) que con la sábila.

Figura 8

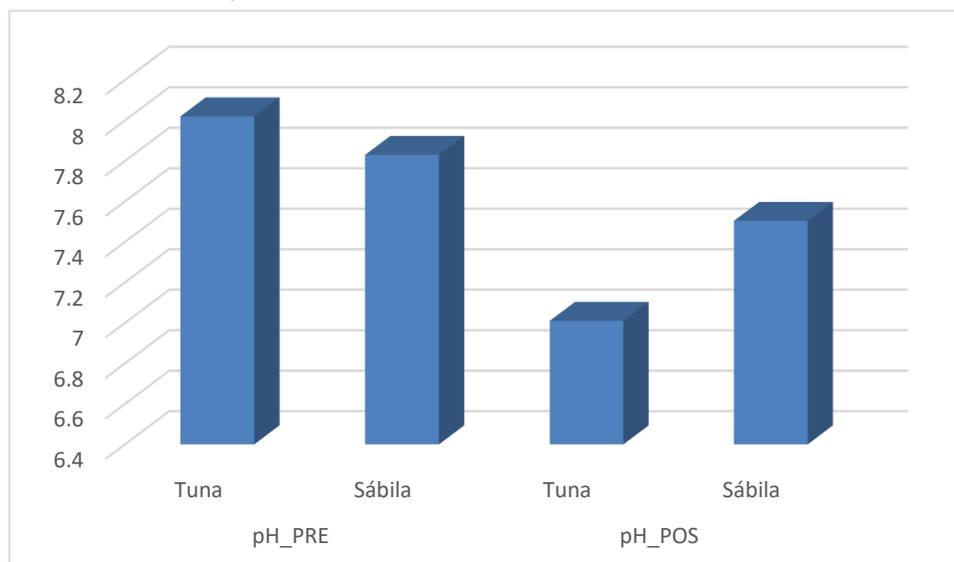
Gráfico de los resultados del pre tes y pos tes aplicando la penca de tuna y sábila en el tratamiento



Nota. Este gráfico muestra las medidas de resumen de los datos analizados.

Figura 9

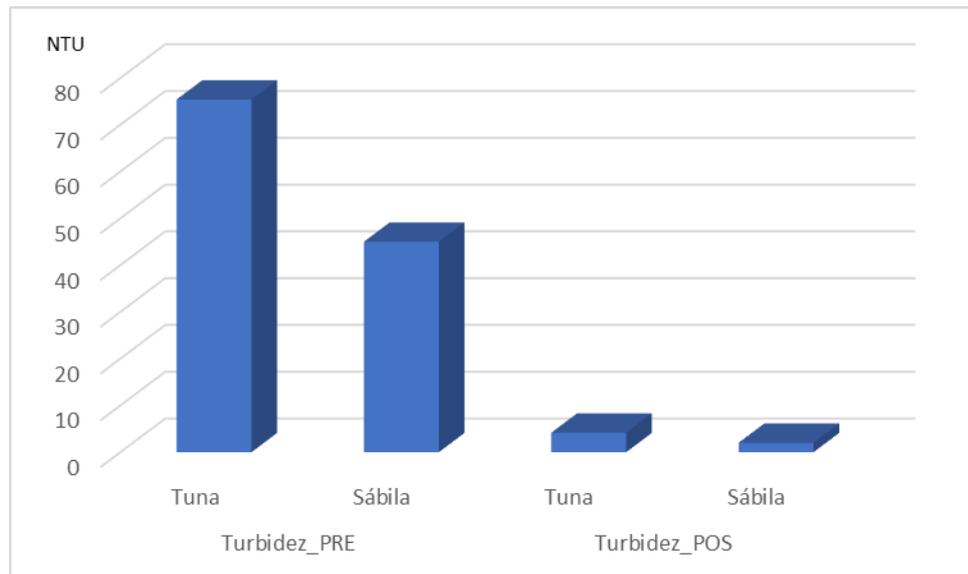
Gráfico de resultado de pH.



Nota. Este gráfico muestra una variación de -13% en cuanto al valor del pH, superior a lo obtenido por la sábila.

Figura 10

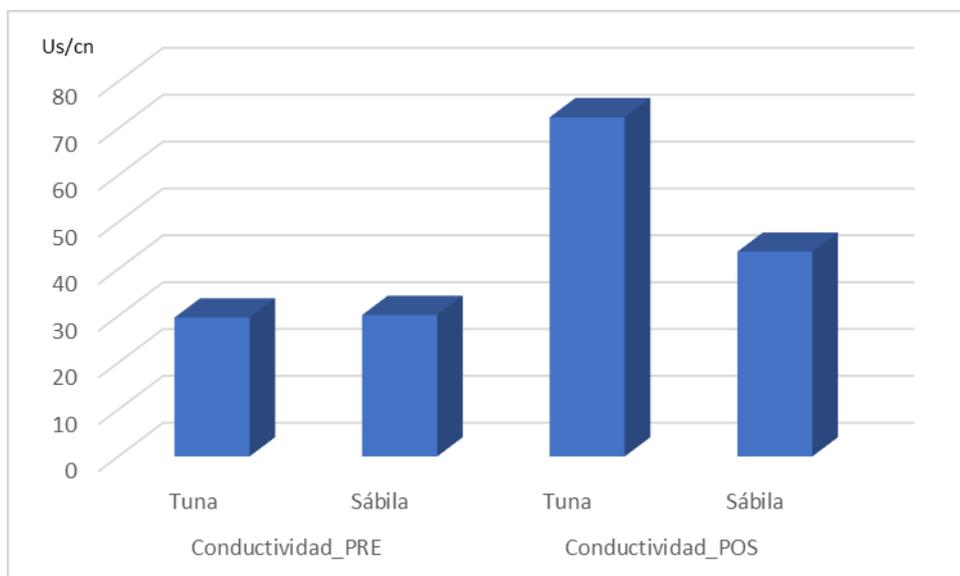
Gráfico de resultado de turbidez



Nota. Esta imagen muestra que con la sábila se obtuvo una mayor reducción de 96% mientras que con la penca de tuna se redujo un 94% de turbidez.

Figura 11

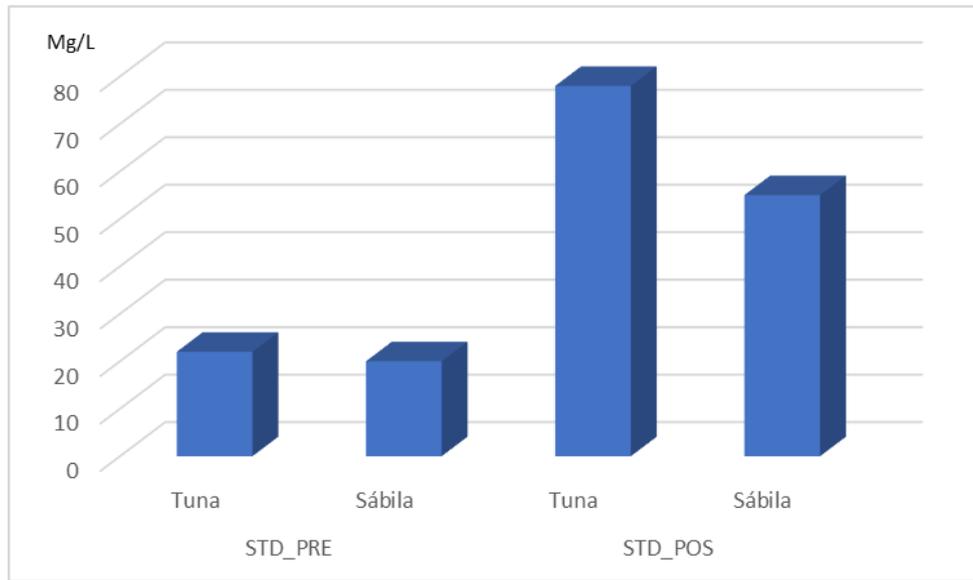
Gráfico de resultado de conductividad eléctrica



Nota. Esta imagen muestra que la conductividad se ha incrementado más con el empleo de la tuna en un 144%.

Figura 12

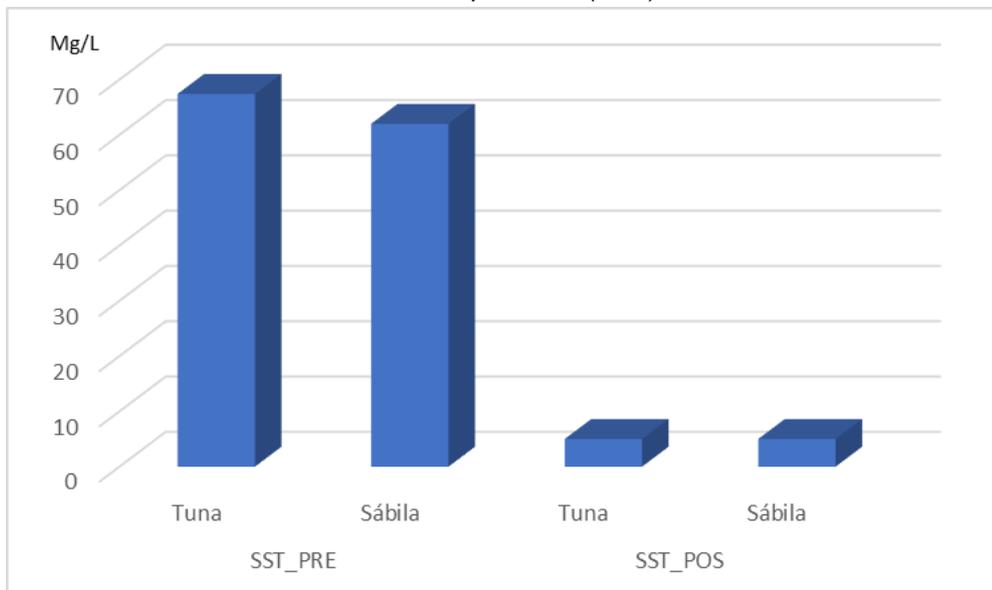
Gráfico de resultado de solidos totales disueltos (STD)



Nota. Esta imagen muestra que los STD se han incrementado más con la tuna (255%) que con la sábila (175%).

Figura 13

Gráfico de resultados de solidos totales suspendidos (STS)



Nota. Esta imagen muestra que se dio un mayor decremento de los SST al emplearse la tuna (93%) que con la sábila (92%).

Tabla 5

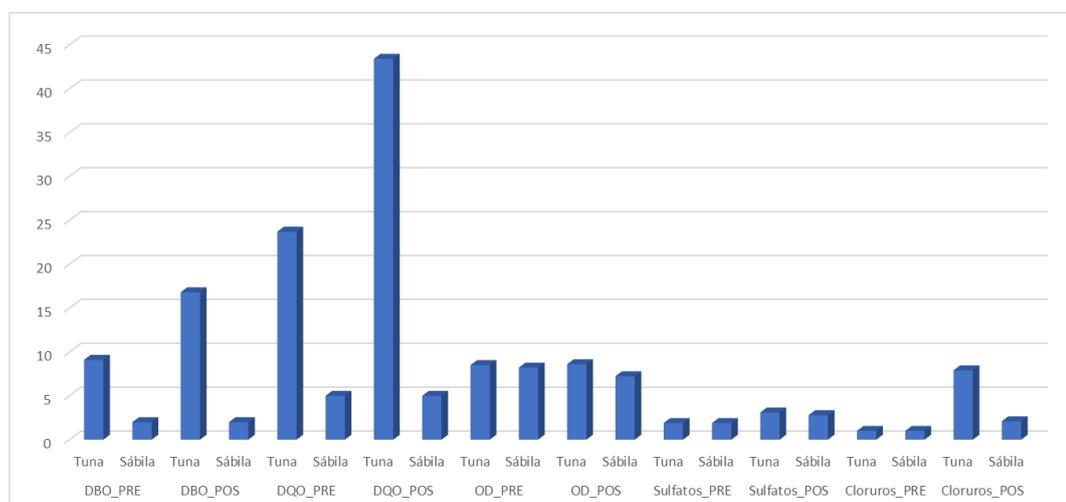
Resultado de los parámetros químicos antes y después de la coagulación con Opuntia ficus indica y Aloe vera.

		Media	Unidad de medida	Variación %	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
						Límite inferior	Límite superior
DBO_PRE	Tuna	9.1000	Mg/L		0.00000	9.1000	9.1000
	Sábila	2.0000	Mg/L		0.00000	2.0000	2.0000
DBO_POS	Tuna	16.8000	Mg/L	85%	0.00000	16.8000	16.8000
	Sábila	2.0000	Mg/L	0%	0.00000	2.0000	2.0000
DQO_PRE	Tuna	23.7000	Mg/L		0.00000	23.7000	23.7000
	Sábila	5.0000	Mg/L		0.00000	5.0000	5.0000
DQO_POS	Tuna	43.4000	Mg/L	83%	0.00000	43.4000	43.4000
	Sábila	5.0000	Mg/L	0%	0.00000	5.0000	5.0000
OD_PRE	Tuna	8.5000	Mg/L		0.00000	8.5000	8.5000
	Sábila	8.2100	Mg/L		0.00000	8.2100	8.2100
OD_POS	Tuna	8.6000	Mg/L	1%	0.00000	8.6000	8.6000
	Sábila	7.2300	Mg/L	-12%	0.00000	7.2300	7.2300
Sulfatos_PRE	Tuna	1.9000	Mg/L		0.00000	1.9000	1.9000
	Sábila	1.9000	Mg/L		0.00000	1.9000	1.9000
Sulfatos_POS	Tuna	3.1000	Mg/L	63%	0.00000	3.1000	3.1000
	Sábila	2.8000	Mg/L	47%	0.00000	2.8000	2.8000
Cloruros_PRE	Tuna	1.0000	Mg/L		0.00000	1.0000	1.0000
	Sábila	1.0000	Mg/L		0.00000	1.0000	1.0000
Cloruros_POS	Tuna	7.9000	Mg/L	690%	0.00000	7.9000	7.9000
	Sábila	2.1000	Mg/L	110%	0.00000	2.1000	2.1000

Nota. Esta tabla muestra las medidas de resumen de los datos analizados.

Figura 14

Gráfico de los resultados de los parámetros químicos antes y después del tratamiento

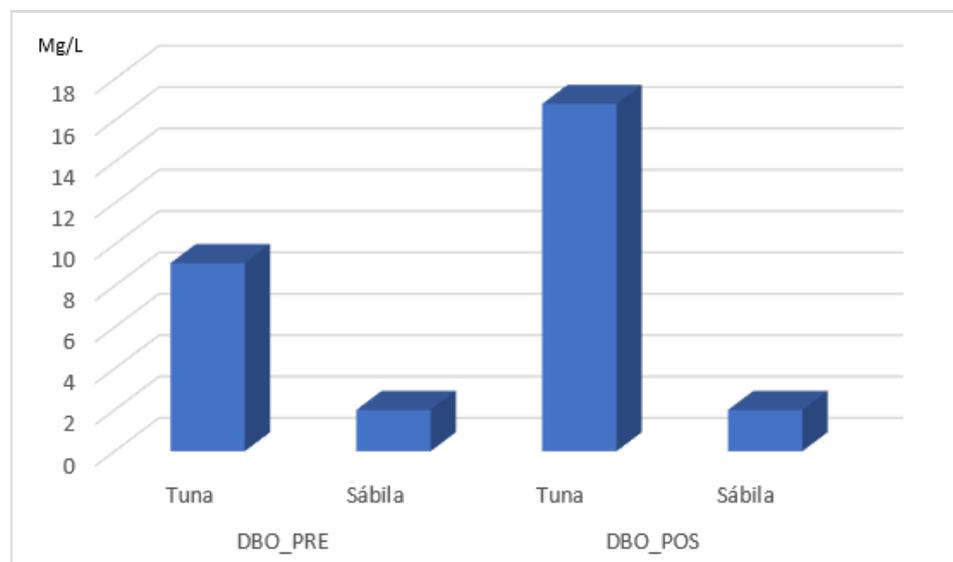


Nota. Este gráfico muestra las medidas de resumen de los datos analizados.

Con la tuna se ha obtenido una variación de 85% en cuanto al valor del DBO, no habiendo modificación con la sábila. En cuanto al DQO, con la tuna se obtuvo un mayor incremento (83%). El oxígeno disuelto ha disminuido más con el empleo de la sábila (-12%), asimismo, los sulfatos se han incrementado más con la tuna (63%) que con la sábila. Por último, se dio un mayor incremento de los cloruros al emplearse la tuna (690%) que con la sábila.

Figura 15

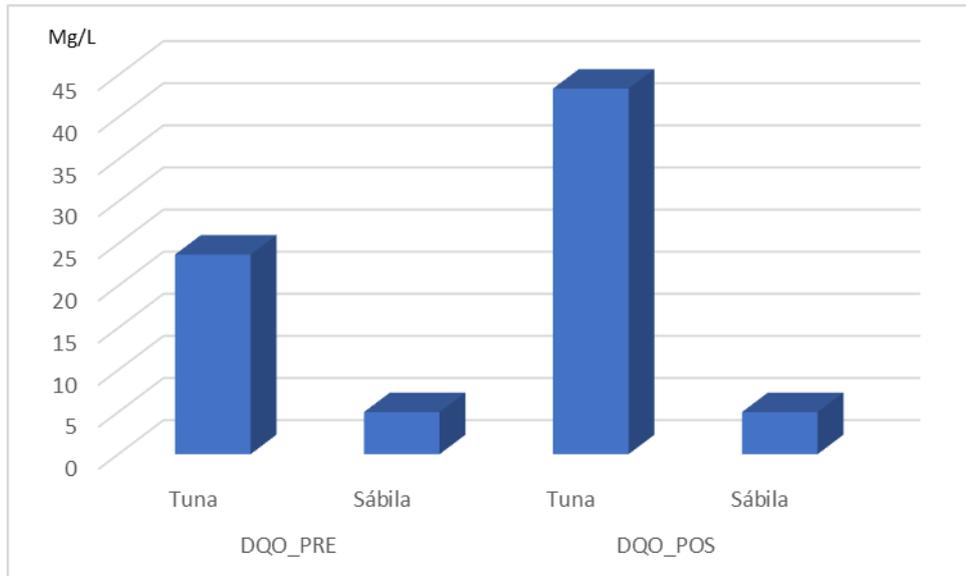
Gráfico de resultados de demanda bioquímica de oxígeno (DBO)



Nota. Con la tuna se ha obtenido una variación de 85% en cuanto al valor del DBO, no habiendo modificación con la sábila.

Figura 16

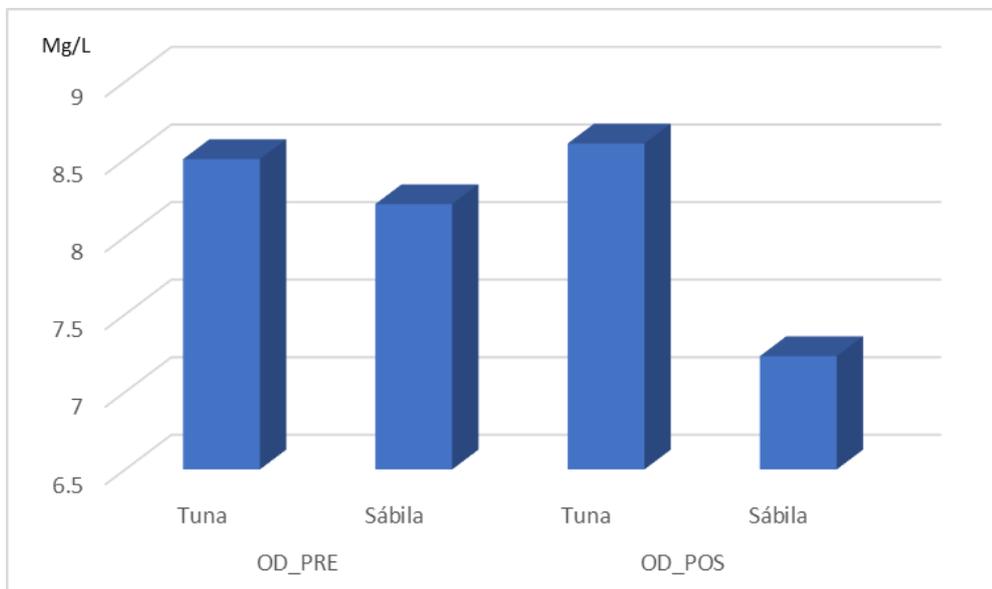
Gráfico de resultados de la demanda química de oxígeno (DQO)



Nota. La imagen muestra que el DQO, con la tuna se obtuvo un mayor incremento (83%) mientras que con la sábila se mantuvo.

Figura 17

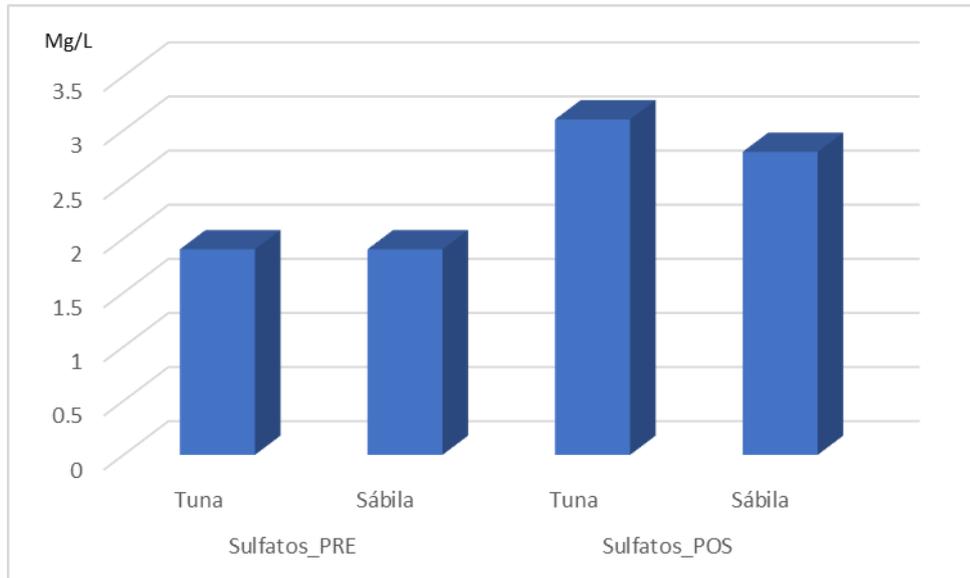
Gráfico de resultados del oxígeno disuelto (OD)



Nota. El oxígeno disuelto ha disminuido más con el empleo de la sábila (-12%) mientras que con la tuna subió en un 1%.

Figura 18

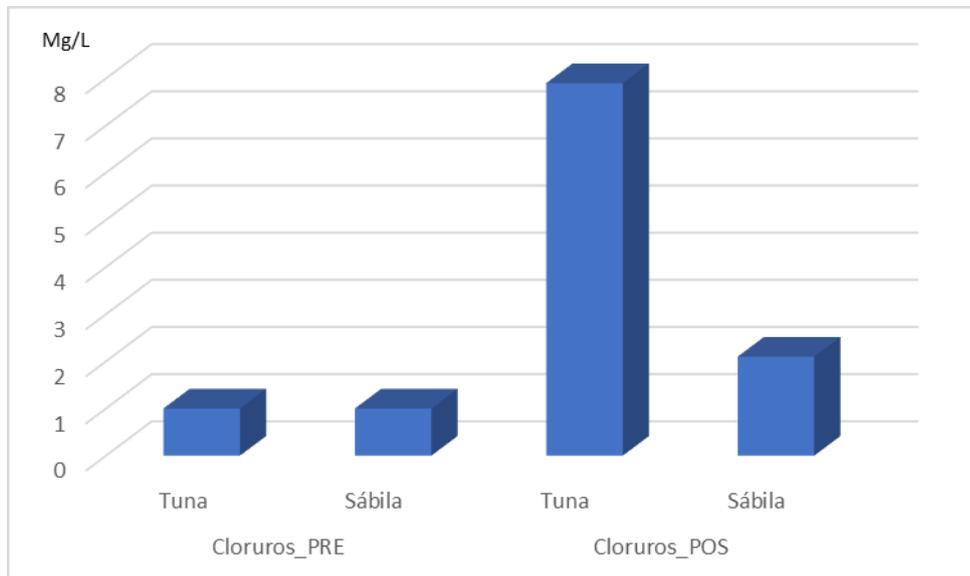
Gráficos de resultado de sulfatos



Nota. los sulfatos se han incrementado más con la tuna (63%) que con la sábila (47%).

Figura 19

Gráfico de resultados de cloruros



Nota. se dio un mayor incremento de los cloruros al emplearse la tuna (690%) que con la sábila (110%).

Tabla 6

Resultado de los parámetros microbiológicos antes y después de la coagulación con Opuntia ficus indica y Aloe vera.

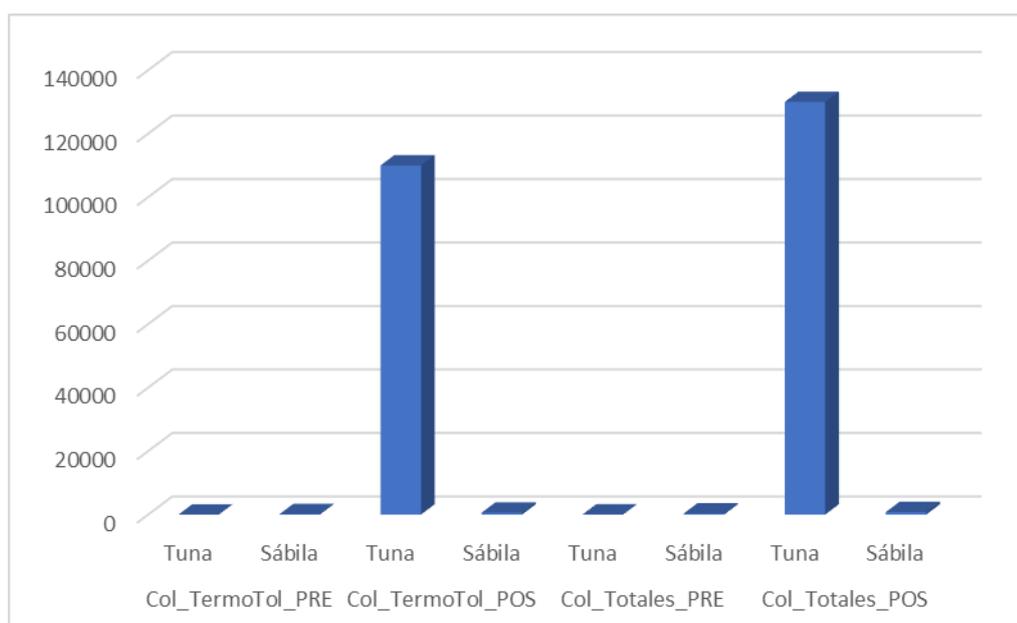
		Media	Unidad de medida	Variación	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				%		Límite inferior	Límite superior
Col_TermoTol_PRE	Tuna	3.00	UFC/100mL		0.00000	3.0000	3.0000
	Sábila	130.00	UFC/100mL		0.00000	130.0000	130.0000
Col_TermoTol_POS	Tuna	110000.00	UFC/100mL	3666567%	0.00000	110000.0000	110000.0000
	Sábila	590.00	UFC/100mL	354%	0.00000	590.0000	590.0000
Col_Totales_PRE	Tuna	67.00	UFC/100mL		0.00000	67.0000	67.0000
	Sábila	350.00	UFC/100mL		0.00000	350.0000	350.0000
Col_Totales_POS	Tuna	130000.00	UFC/100mL	193930%	0.00000	130000.0000	130000.0000
	Sábila	780.00	UFC/100mL	123%	0.00000	780.0000	780.0000

Nota. Esta tabla muestra las medidas de resumen de los datos analizados.

Con la tuna se ha obtenido un mayor incremento de 3666567% en cuanto al valor de los Coliformes termotolerantes, habiendo una modificación menor con la sábila de 354%. En cuanto a los Coliformes Totales, con la tuna se obtuvo un incremento (193930%) y con la sábila incremento un 123%.

Figura 20

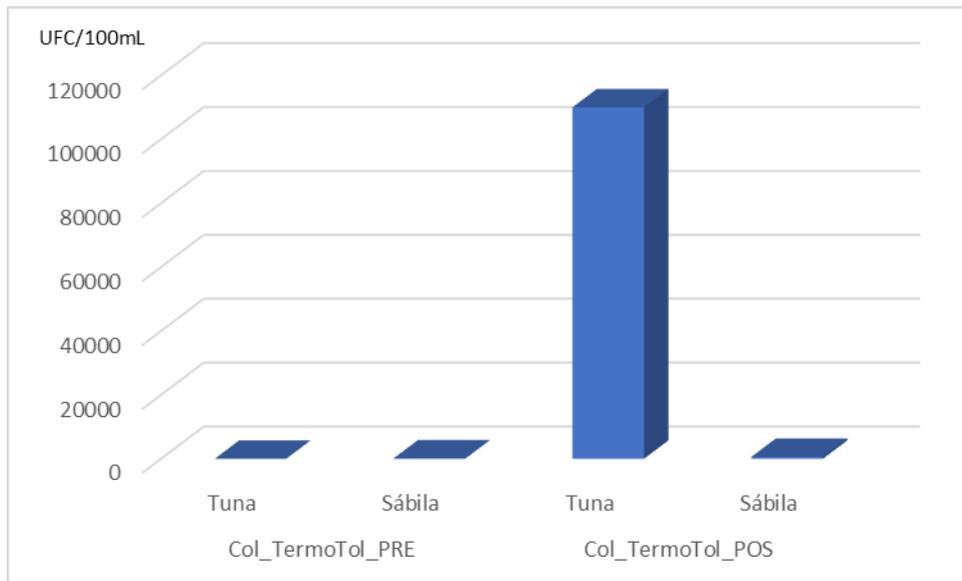
Gráfico de resultados de los parámetros microbiológicos antes y después del tratamiento



Nota. Este gráfico muestra las medidas de resumen de los datos analizados.

Figura 21

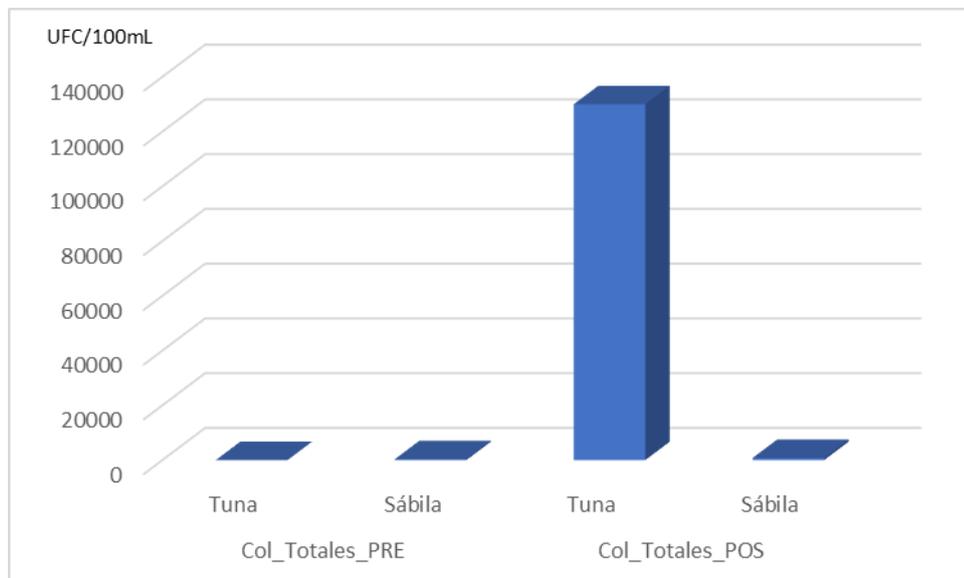
Gráfico de resultados de coliformes termo tolerantes o fecales



Nota. Con la tuna se ha obtenido un mayor incremento de 3666567% en cuanto al valor de los Coliformes termotolerantes, habiendo una modificación menor con la sábila de 354%.

Figura 22

Gráfico de resultados de coliformes totales



Nota. los Coliformes Totales, con la tuna se obtuvo un incremento (193930%) y con la sábila incrementó un 123%.

Tabla 7*Prueba de normalidad de los datos con Shapiro-Wilk*

Grupo		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
pH_DIF	Tuna	0.300	5	0.161	0.809	5	0.096
	Sábila	0.417	5	0.005	0.672	5	0.057
Conductividad_DIF	Tuna	0.303	5	0.149	0.909	5	0.462
	Sábila	0.223	5	,200 [*]	0.909	5	0.463
Turbidez_DIF	Tuna	0.312	5	0.126	0.812	5	0.102
	Sábila	0.220	5	,200 [*]	0.925	5	0.566
STD_DIF	Tuna	0.228	5	,200 [*]	0.902	5	0.420
	Sábila	0.300	5	0.161	0.883	5	0.325

Nota. Prueba realizada con el test de Shapiro-Wilk, debido al tamaño de muestra.

Los resultados obtenidos en la significancia de la prueba estadística superan al 5% (0.05), que es el valor convencional para las pruebas de normalidad, por lo que concluimos que los datos se aproximan a una distribución normal, por lo que es pertinente el empleo de una prueba estadística paramétrica tal como la t de Student para muestras independientes.

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

El presente estudio plantea la contrastación de la siguiente hipótesis (H_1):

H_1 : El efecto coagulante de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) es diferente al efecto coagulante de la sábila (*Aloe vera*) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico.

Por otra parte, se tiene la hipótesis nula (H_0), que rechaza dicha afirmación:

H_0 : El efecto coagulante de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) es diferente al efecto coagulante de la sábila (*Aloe vera*) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico.

El nivel de significancia que se establece es el convencional, es decir, **5%**.

Prueba estadística: t de Student para muestras independientes.

Cálculo del p-valor mediante la prueba estadística.

Tabla 8

Prueba de hipótesis con la t de Student para muestras independientes

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias				
		F	Sig.	T	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar
pH_DIF	Se asumen varianzas iguales	1.86	0.21	-11.60	8.00	0.00	-0.68	0.06
	No se asumen varianzas iguales			-11.60	5.51	0.00	-0.68	0.06
Conductividad_DIF	Se asumen varianzas iguales	3.03	0.12	5.37	8.00	0.00	29.24	5.44
	No se asumen varianzas iguales			5.37	4.13	0.01	29.24	5.44
Turbidez_DIF	Se asumen varianzas iguales	4.73	0.06	-23.99	8.00	0.00	-28.25	1.18
	No se asumen varianzas iguales			-23.99	4.04	0.00	-28.25	1.18
STD_DIF	Se asumen varianzas iguales	12.91	0.01	4.22	8.00	0.00	44.00	10.43
	No se asumen varianzas iguales			4.22	4.03	0.01	44.00	10.43

Nota: Prueba de hipótesis realizada asumiendo varianzas iguales.

Los resultados de la contrastación de la hipótesis refieren que, tanto en el pH, la conductividad, la turbidez como también en los STD, se tienen diferencias entre los tratamientos empleados con la tuna y la sábila. Las tablas descriptivas nos ayudan a identificar cuál de los dos tratamientos (tuna o sábila) tuvo el mayor efecto esperado para la remoción de la turbidez del agua pretratada para uso doméstico. Es así que a continuación se presenta una tabla comparativa de los resultados obtenidos con cada uno de los tratamientos.

Tabla 9

Tabla interpretativa para la comparación del efecto coagulante de la tuna y la sábila en la reducción de la turbidez del agua pretratada para uso doméstico

Indicador	Parámetros	Pre test		Interpretación	Post test		Interpretación
	Rango Recomendado	Tuna	Sábila		Tuna	Sábila	
pH	6.5 – 8.5	8.02	7.83	Cumplen el estándar	7.01	7.50	Ambos cumplen el estándar
Conductividad	1500 $\mu\text{mho/cm}$	29.66	30.20	Debajo del estándar	72.40	43.70	Ambos cumplen el estándar
Turbidez	5 NTU	75.4	45.0	Fuera del estándar	4.168	2.022	Ambos cumplen el estándar
STD	1000 mgL^{-1}	22.0000	20.0000	Debajo del estándar	78.0000	55.000	Ambos cumplen el estándar

Nota. Ambos coagulantes (tuna y sábila) logran cumplir con los estándares de calidad para los cuatro indicadores (pH, conductividad, turbidez y STD) después del tratamiento. Sin embargo, la sábila mostró un mejor desempeño en la reducción de turbidez, mientras que, en otros parámetros como el pH y la conductividad, ambos coagulantes tuvieron un comportamiento similar.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

Con respecto al objetivo general: Comparar el efecto coagulante de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico

En la comparación del efecto coagulante de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico se demostró que ambas plantas son eficaces, la tuna tuvo una capacidad de reducción del 94% y la sábila tuvo un 96% usando el tratamiento de coagulación y sedimentación.

Morales (2019) en su tesis, demostró que la dosis optima de mucílago de Sábila es de 1.8 g/L, pero no fue lo suficiente para remover la turbidez según el DS N° 031-2010-SA.

Duran (2021) en su tesis, demostró que la turbidez del agua extraída de reservorio de la JAAS, se redujo significativamente al añadir las concentraciones de coagulante natural de penca de tuna y moringa logrando reducir el 97% la turbidez al usar ambas especies.

Diestra y Ramos (2019) en su tesis, obtuvo los mejores resultados de remoción de turbidez de 293 NTU hasta 33.71 NTU logrando remover un 88.49%. logrando cumplir con los límites máximos permisibles para los efluentes de una planta de tratamiento de aguas residuales municipales establecidos en el DS N° 003-2010-MINAM.

Según antecedentes tanto la tuna como la sábila son efectivos para la reducción de la turbidez en el tratamiento de aguas.

Según los resultados obtenidos se demuestra que ambas plantas son efectivas para la reducción de la turbidez con una pequeña diferencia en que la sábila logró reducir la turbidez en un 96% y la penca de tuna redujo un 94%

Con respecto al objetivo específico 1: Describir la turbidez del agua pretratada antes y después de la coagulación con la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*)

La capacidad para remover la turbidez con la penca de tuna fue muy buena, podemos observar en el cuadro de resultado tabla 5 Que la turbidez inicial fue de 75.4 NTU logrando reducir a un 4.16 NTU reduciendo así un 94%.

La capacidad para remover la turbidez con la hoja de Sábila fue muy buena, podemos observar en el cuadro de resultado tabla 5 Que la turbidez inicial fue de 45 NTU logrando reducir a un 2.02 NTU reduciendo así un 96%.

La tuna y la sábila son dos plantas muy efectivas en el tratamiento de agua para consumo humano reduciendo la turbidez y convirtiendo en un agua apto para consumo.

Con respecto al objetivo específico 2: Describir los parámetros químicos antes y después de la coagulación con *Opuntia ficus indica* y *Aloe vera*.

Con la penca de tuna el DBO hubo una variación del 85%, con el DQO hubo un incremento del 83%. En cuanto al oxígeno disuelto hubo un aumento de un 1%, así mismo los sulfatos se incrementaron un 63%, por último, en los cloruros se incrementó un 690%

Con la hoja de sábila el DBO no hubo variación alguna, con el DQO no hubo incremento. En cuanto al oxígeno disuelto disminuyó un 12%, así mismo los sulfatos se incrementaron un 47%, por último, en los cloruros se incrementó 110%.

Con respecto al objetivo específico 3: Describir los parámetros microbiológicos antes y después de la coagulación con *Opuntia ficus indica* y *Aloe vera*.

Con la tuna se ha obtenido un mayor incremento de 3666567% en cuanto al valor de los Coliformes termotolerantes, habiendo una modificación menor con la sábila de 354%. En cuanto a los Coliformes Totales, con la tuna se obtuvo un incremento (193930%) y con la sábila incremento un 123%.

La tuna y la sábila son dos plantas muy efectivas en el tratamiento de agua para consumo humano en este caso en los parámetros microbiológicos no tuvo efectividad en el tratamiento de coagulación.

CONCLUSIONES

Se concluye que ambos coagulantes naturales son efectivos en reducir la turbidez del agua. La tuna logra una reducción del 94% en la turbidez mientras que la sábila alcanza una reducción del 96% lo que sugiere que ambos son viables para clarificar el agua. Sin embargo, se observan algunas diferencias en los efectos secundarios:

La tuna aumenta significativamente la conductividad, los sólidos disueltos y los sólidos suspendidos, lo que podría afectar la calidad final del agua, especialmente para su uso doméstico, ya que introduce más iones y partículas en suspensión.

Por su parte, la sábila, aunque también eleva estos parámetros, lo hace en menor proporción, lo que podría indicar que es una opción más favorable para mantener la calidad del agua sin comprometer sus propiedades físico-químicas.

En conclusión, ambos coagulantes son eficaces para reducir la turbidez del agua, pero el Aloe vera presenta un impacto menos significativo en otros parámetros de calidad del agua, lo que la hace más adecuada para usos domésticos, en comparación con la tuna, que, aunque efectiva, puede requerir tratamientos adicionales debido a los aumentos en sólidos y conductividad.

Se concluye que ambos coagulantes, tanto la tuna como la sábila, son efectivos para reducir significativamente la turbidez del agua lo cual es uno de los principales indicadores de la calidad.

La sábila parece tener un menor impacto en la modificación del pH y la conductividad en comparación con la tuna, que presenta mayores variaciones en estos parámetros.

La tuna es más eficaz en la reducción de sólidos suspendidos totales (SST) mientras que la sábila parece tener un impacto más estable en este aspecto. ¿Cómo es la turbidez del agua pretratada antes y después de la coagulación con la tuna (*Opuntia ficus-indica*) y la sábila (*Aloe vera*)?

Se concluye que el tratamiento con *Opuntia ficus-indica* parece ser más efectivo en la reducción de la DQO, pero también incrementa la DBO y los cloruros. Por otro lado, el tratamiento con Aloe vera no parece tener un efecto notable sobre la DBO y DQO, pero aumenta los niveles de sulfato y cloruros.

Esto sugiere que la *Opuntia ficus-indica* tiene una mayor capacidad de degradar o reducir la materia orgánica total, mientras que el Aloe vera tiene efectos más notables en los sulfatos y cloruros

Se concluye que el tratamiento con *Opuntia ficus-indica* (tuna) parece inducir un crecimiento bacteriano importante, especialmente en coliformes termotolerantes y totales, lo que podría comprometer la calidad microbiológica del agua tratada. Por otro lado, el tratamiento con Aloe vera también muestra un incremento en los coliformes, pero en una escala mucho menor que la tuna.

Esto sugiere que, en términos de control microbiológico, la sábila podría ser una opción menos perjudicial que la tuna, aunque ambos tratamientos presentan un aumento en la proliferación de bacterias coliformes, lo que podría requerir un proceso adicional de desinfección posterior a la coagulación.

RECOMENDACIONES

Se recomienda brindar Capacitación comunitaria ya que es fundamental que las personas en zonas rurales aprendan a utilizar correctamente los coagulantes naturales. Se podrían desarrollar talleres o guías simples que expliquen el proceso de extracción y aplicación de la tuna y la sábila, asegurando que puedan hacerlo de manera segura y efectiva.

Se recomienda monitorear la calidad del agua, aunque estos coagulantes son efectivos para reducir la turbidez, sería recomendable establecer programas comunitarios para monitorear la calidad del agua antes y después del tratamiento, asegurándose de que cumpla con estándares básicos de potabilidad.

Se recomienda al gobierno local fomentar el uso de tecnologías sostenibles como promover el uso de coagulantes naturales como la tuna y la sábila como soluciones sostenibles y accesibles para el tratamiento de agua en comunidades rurales. Esto implicaría capacitar a las comunidades locales en el uso de estos recursos naturales, reduciendo la dependencia de tecnologías costosas o difíciles de implementar. Crear programas de capacitación y educación el gobierno debe desarrollar e implementar programas educativos en las comunidades rurales, donde se enseñe el proceso de purificación del agua utilizando coagulantes naturales. Esto podría incluir talleres prácticos para demostrar cómo recolectar, preparar y aplicar estos coagulantes.

Se recomienda fomentar el cultivo de plantas como la tuna y la sábila en zonas rurales, ya que son fáciles de cultivar y tienen múltiples usos. El gobierno puede proporcionar semillas, recursos agrícolas y asistencia técnica para el cultivo sostenible de estas plantas.

Establecer redes comunitarias de tratamiento de agua: Crear pequeñas plantas de tratamiento de agua a nivel comunitario, donde se utilicen métodos basados en coagulantes naturales. Esto reduciría el costo de infraestructura y permitiría que las comunidades gestionen su propio tratamiento de agua de forma autónoma.

Recomendaciones para la universidad:

1. Inversión en equipamiento básico: Es fundamental que la universidad invierta en equipos esenciales para análisis de muestras, como turbidímetros, espectrofotómetros y herramientas de análisis microbiológico. Esto permitiría realizar pruebas básicas sin depender de laboratorios externos.

2. Alianzas estratégicas: Si la inversión en equipos no es factible a corto plazo, la universidad podría establecer convenios o alianzas con laboratorios de otras instituciones cercanas para facilitar el acceso a esos equipos sin necesidad de enviar muestras a largas distancias.

3. Capacitación del personal: Es importante que los técnicos de laboratorio y los estudiantes reciban capacitación en el manejo de los equipos disponibles, optimizando al máximo los recursos que ya se tienen.

4. Búsqueda de financiamiento: La universidad podría postular a programas de financiamiento externos o gubernamentales para mejorar su infraestructura de laboratorio. Estas mejoras serían beneficiosas no solo para tu investigación, sino para todos los proyectos futuros.

5. Creación de una red de investigación: Fomentar una red de colaboración entre universidades y centros de investigación regionales para compartir recursos, experiencias y conocimientos. Esto podría facilitar la realización de análisis complejos sin necesidad de enviar muestras fuera de la ciudad.

Se recomienda a los nuevos investigadores interesados en el uso de coagulantes naturales como la tuna y la sábila en el tratamiento del agua:

1. Experimentación con diferentes fuentes de agua: Es importante que los investigadores prueben estos coagulantes en diferentes tipos de agua (por ejemplo, agua de río, de pozos, agua con diferentes niveles de turbidez), para evaluar la eficacia en diversas condiciones.

2. Análisis de costos y viabilidad local: Los coagulantes naturales pueden variar en su disponibilidad y costo según la región. Se recomienda que los

investigadores consideren estos factores y evalúen la viabilidad de implementar este tipo de soluciones en comunidades locales.

3. Evaluación de parámetros adicionales: Además de la turbidez, es recomendable que los investigadores midan otros parámetros como el pH, la dureza, la presencia de metales pesados, y la carga microbiológica, para obtener un perfil más completo de la eficacia del tratamiento.

4. Exploración de otras plantas coagulantes: Aunque la tuna y la sábila son los principales enfoques, sería valioso investigar otras plantas locales que puedan tener propiedades similares, ampliando el repertorio de opciones para comunidades con necesidades diversas.

REFERENCIAS

- ANA (2012). Agua y población. Revisado el 22/10/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/njV9XQU>
- ANA (2016). Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Revisado el: 12/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/ljV92kR>
- Aucay, M. (2018). Remoción de la turbiedad y color mediante el uso de Tuna (*Opuntia ficus indica*) en el agua cruda del subsistema de la comunidad de Lunduma, cantón Santa Isabel. Revisado el 15/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/RjV96fA>
- Baños, A. (2018). ¿Que nos dice la turbidez sobre la calidad del agua potable? Revisado el 28/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/MjBVvcE>
- Bravo, M. (2017). Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales. Revisado el 15/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/5kuLjN1>
- Bernard, F. (2017). Escenario del agua en México. Revisado el 17/10/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/ejV3ykl>
- Bueno, K. (2014). Monitoreo y medición del ajuste del ph del agua tratada del río cauca mediante índices de estabilización. Revisado el 03/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/9j0NPEf>
- Cabezas, C. (2018). Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. Revisado el 12/09/2023. Disponible en: <https://goo.su/BTWF>
- Cabrera, X. (2009). Estudio del proceso de coagulación-floculación de aguas residuales de la empresa textil desembarco del granma a escala de laboratorio, Tecnología Química, vol. XXIX, núm. 3, Universidad de Oriente Santiago de Cuba, Cuba. Revisado el 09/11/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/KjV3ahT>

- Choque, D. (2018). Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua, Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas, Apurímac. Revisado el 22/11/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/AjV8u2E>
- Cogollo, J. (2010). Clarificación de aguas usando coagulantes polimerizados: caso del hidroxiclورو de aluminio. Revisado el 26/11/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/Vj0WNa0>
- Cordero, M. (2011). Filtros caseros, utilizando ferrocemento, diseño para servicio a 10 familias, constante de 3 unidades de filtros gruesos ascendentes (fgas), 2 filtros lentos de arena (fla), sistema para aplicación de cloro y 1 tanque de almacenamiento. Revisado el 02/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/5j0R3sZ>
- Decreto Supremo N° 011-2009-MINAM. Límites Máximos Permisibles para las emisiones de la Industria de Harina y Aceite de Pescado y Harina de Residuos Hidrobiológicos. Revisado el 14/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/qjV8dMV>
- Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Revisado el 10/10/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/pjV8jTN>
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estandares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Revisado el 12/09/2023. Disponible en: <https://goo.su/svzUc0>
- Diestra, F. y Ramos, I. (2019). Efecto de la concentración Aloe vera (sábila) y tiempo de floculación en la remoción de Sólidos suspendidos y materia orgánica biodegradable de aguas residuales municipales sector el Cerrillo, Santiago de Chuco. Revisado el 01/11/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/ojV8bgJ>
- DIGESA (2010). Gesta agua parámetros organolépticos, fisicoquímicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológicos. Revisado el 18/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/ojV8EGz>

- Domínguez, R. (2011) El gel de *Aloe vera*: estructura, composición química, procesamiento, actividad biológica e importancia en la industria farmacéutica y alimentaria. Revisado el 17/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/sjV8UNv>
- Domínguez, M. (2010). Optimización de la coagulación – floculación en la planta de tratamiento de agua potable de la sede recreacional Campoalegre – Cajasan. Revisado el 08/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/mku1okz>
- Duran, C. (2021). Efecto de penca de tuna (*opuntia ficus indica*) con semilla de moringa (*moringa oleifera*) como coagulante natural para disminuir la turbidez del agua en el reservorio de la jass del centro poblado de Vichaycoto, Huánuco – 2021. Revisado el 20/07/2023. Disponible en: <https://acortar.link/6cy98L>
- Estela, M. (2020). contaminación del agua. Revisado el 12/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/sjV8AkY>
- Estrada, L. (2016). Agua turbia, causas y curas. Revisado el 15/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/JjNdm3F>
- Ferrer, J. (2014). Definición de conceptos. Revisado el 12/09/2023. Disponible en: <https://goo.su/W9zN>
- García, B. (2015). Uso de coagulantes naturales: análisis del potencial en el tratamiento del agua potable para países desarrollados y en vías de desarrollo. Revisado el 12/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/NjV8G7y>
- Gonzáles, C. (2011). Monitoreo de la calidad del agua, la turbidez. Revisando el 17/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/vjNzWo6>
- Guzmán, C. (2010). Medición de Turbidez en la Calidad del Agua. Revisado el 18/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/xjNnz3X>
- Hernández, A. (2007) Sólidos suspendidos totales en agua secados a 103 – 105 °c. Revisado el 22/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/YjNmyzD>

- Kiesling, R. (2001) Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural. Revisado el 05/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/0jV8BJq>
- Mazille, F. y Spuhler, D. (2016). Coagulación, floculación y separación. Revisado el 09/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/VjV4sD7>
- Mejía, J. (2010). Estudio sobre la calidad del agua potable del cantón Gualaquiza. Revisado el 02/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/Tku4aM1>
- Meza, M. (2018). Evaluación del poder coagulante del sulfato de aluminio y las semillas de Moringa oleífera en el proceso de clarificación del agua de la ciénaga de Malambo-Atlántico. Revisado el 11/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/ljV4jlg>
- Minchan, A. (2018). Vigilancia y control de la calidad del agua. Revisado 18/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/Wj02gmw>
- Miranda, M. (2009). Turbiedad del agua. Revisado el 14/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/ljV4RTo>
- Mondragón, A. (2002). ¿Qué son los indicadores? Revisado el 12/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/djV4I33>
- Monforte, G. y Cantú, P. (2009). Escenario del agua en México. Revisado el 08/10/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/0jV4N58>
- 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. Revisado el 14/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/tjV49su>
- Montoya, C. (2011) Efecto del incremento en la turbiedad del agua cruda sobre la eficiencia de procesos convencionales de potabilización. Revisado el 15/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/8jNargB>

- Morales, J. (2018). Determinación del poder coagulante de la sábila para la remoción de turbidez en el proceso de tratamiento de agua para consumo humano. Revisado el: 06/10/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/7jV47jH>
- Morejón, B. (2017). Utilización del mucílago de tuna (opuntia ficus-indica) en el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano, en la comunidad de Pusir grande, provincia del Carchi. Revisado el 18/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/Uj0hBkk>
- Navarro, D. (2013). Efecto de los tratamientos de gel de aloe, aplicados en pre- o post-recolección sobre la calidad de frutos de hueso y uva de mesa. Revisado el 14/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/ujV7tUe>
- Olivero, R. (2017). Evaluación de una mezcla para coagulantes naturales, Opuntia ficus y Moringa oleífera en clarificación de aguas, Universidad del Atlántico. Revisado el 23/11/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/tjV7pmg>
- Olivero, R. (2014). Utilización de Tuna (opuntia ficus-indica) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas Universidad del Atlántico, Barranquilla, Colombia. Revisado el 11/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/0jV7d5o>
- ONU (2015). El agua, fuente de vida. Revisado el 22/10/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/6jV7kgX>
- Orellana, J. (2005). Características del agua potable, Ingeniería Sanitaria-UTN – FRRO, Unidad Temática N° 3. Revisado el 04/01/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/ZjV7zv2>
- Orellana, J. (2005). Contaminación. Ingeniería sanitaria unidad temática N° 2. Revisado el 04/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/djV7x2I>
- Parra, Y. y Cedeño, M. (2011). Clarificación de aguas de alta turbidez empleando el mucílago de opuntia wentiana (britton y rose) / (CACTACEAE) de la Universidad del Zulia, Núcleo Costa Oriental del Lago, Laboratorio de Investigaciones Ambientales. Cabimas-Venezuela. Revisado el: 06/11/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/VjV71Rc>

- Ramachandra, C. y Srinivasa, P. (2008). Processing of Aloe Vera Leaf Gel: A Review. Revisado el 28/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/PjBZcF5>
- Razuri, K. (2017). Disminución del contenido de la DBO5 y la DQO mediante coagulantes naturales (Aloe Vera L. y Opuntia ficus indica) en las aguas del canal de regadío E-8 Chuquitanta – San Martín de Porres. Revisado el 18/10/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/SjV73Mt>
- Rojas, E. (2015). Optimización de la incorporación de aloe vera en yacón (*smallanthus sonchifolius* poepp. & endl.) mediante impregnación a vacío revisado el 27/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/yjV5qKA>
- Ruiz, N. (2007). Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua. Revisado el 08/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/mjNQU4W>
- Sáenz, C. y Sepúlveda, E. (2004). Opuntia spp Mucilage's: un componente funcional con perspectivas industriales. Revisado el 09/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/bjV5seS>
- Salas, F. (2018). La calidad del consumo de agua en el distrito de Mariano Dámaso Beraún, provincia de Leoncio Prado – Huánuco. Revisado el 28/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/iktYyox>
- Sigler, A. y Bauder, J. (2015). Alcalinidad, pH, y Sólidos Disueltos Totales. Revisado el: 18/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/DjV5jjC>
- Singley, J. (1986). Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural. Revisado el 05/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/MjV5PNy>
- Supo, J. (2020). Metodología De La Investigación Para Las Ciencias De La Salud. 2da Edición. Editorial Bioestadística, EIRL. Perú
- Spena, G. (2016). Planta de tratamiento de agua – convencional (potabilizadoras). Revisado el 15/09/2023. Disponible en: <https://n9.cl/21op7>

Tirado, B. (2014). Sedimentación y colmatación en el embalse gallito ciego, distrito de, Yonán- Cajamarca. Revisado el 12/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/yjV5ZcV>

Trujillo, D. y Duque, L. (2014). Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátanos. Revisado el 10/01/2021. Disponible en: <https://cutt.ly/ckuVgUq>

Tucanes, M. (2019). Uso de gel de sábila (Aloe Vera) y nopal (Opuntia ficus-indica) como floculantes naturales para la clarificación de jugo de caña en la elaboración de panela. Revisado el 18/10/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/gjV59Fq>

UNESCO (2019). Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos. Revisado el 22/10/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/GjV6rhr>

Villabona, A. (2013). Caracterización de la Opuntia ficus-indica para su uso como coagulante natural Revista Colombiana de Biotecnología, vol. XV, núm. 1, Universidad Nacional de Colombia Bogotá, Colombia. Revisado el 15/12/2020. Disponible en: <https://cutt.ly/hjV6obD>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Orneta Rivera, N. D. (2025). Comparación del efecto coagulante de la tuna (Opuntia ficus-indica) y la sábila (Aloe vera) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

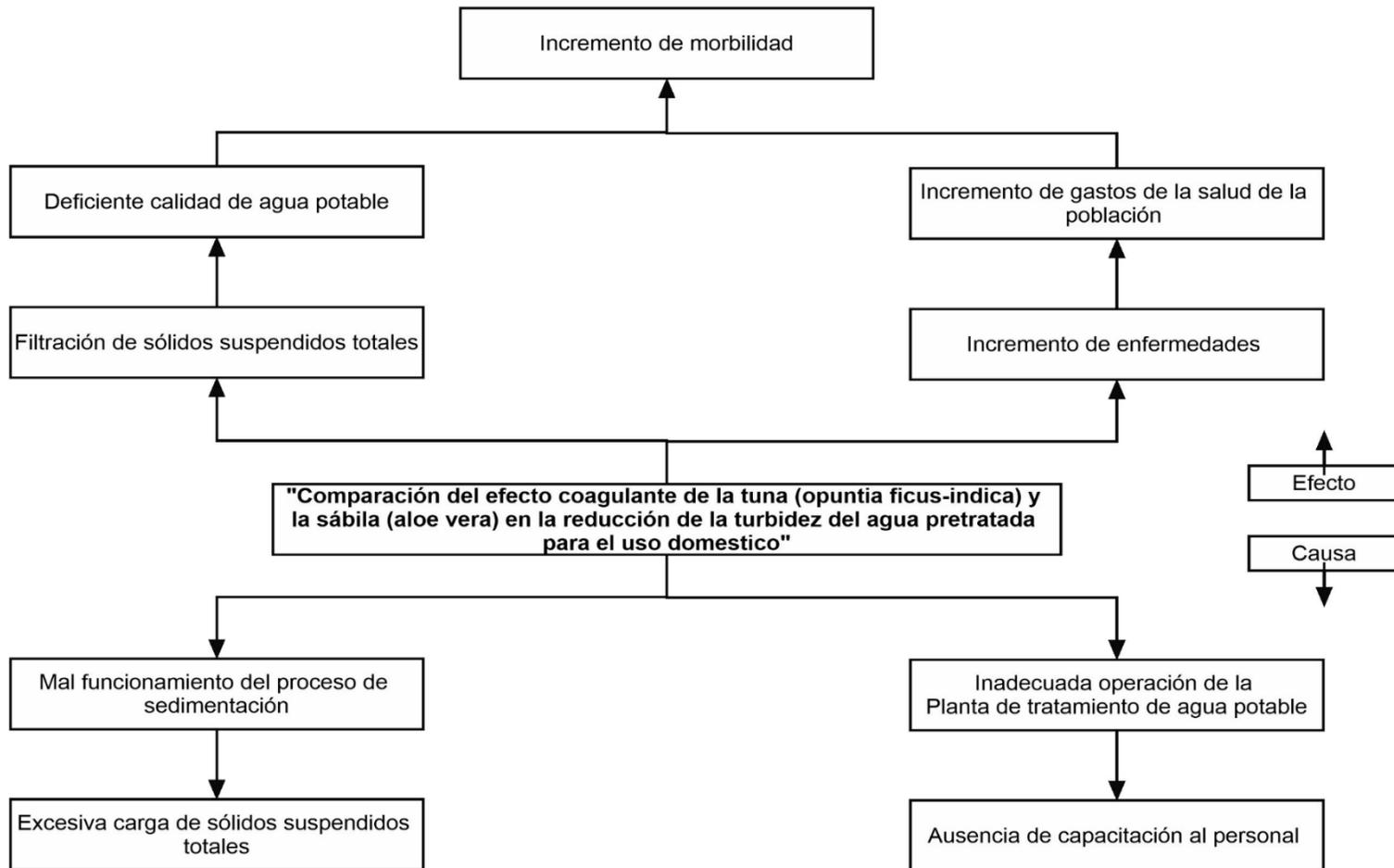
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Comparación del efecto coagulante de la tuna (*Opuntia ficus indica*) y la sábila (*Aloe vera*) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico.

Problema Principal	Objetivo Principal	Hipótesis General	Variables/Indicadores	Método
¿Cuál es el efecto coagulante de la tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) y la sábila (<i>Aloe vera</i>) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico?	Comparar el efecto coagulante de la tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) y la sábila (<i>Aloe vera</i>) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico.	El efecto coagulante de la tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) es diferente al efecto coagulante de la sábila (<i>Aloe vera</i>) en la reducción de la turbidez del agua pretratada para el uso doméstico.	V. Independiente Coagulación V. Dependiente Turbidez Indicadores: Color, Olor, Sabor, pH, Sólidos Totales Disueltos, Sólidos Suspendidos Totales, conductividad, Demandas Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Temperatura, Oxígeno Disuelto (OD), Cloruros, Sulfatos, Bacterias Coliformes Totales, Huevos y larvas de Helmintos	Será un estudio con intervención, prospectivo, longitudinal y analítico. Tiene un enfoque cuantitativo. Será un estudio de nivel explicativo. La muestra del presente estudio está comprendida por 240 litros del agua superficial. Tiene el esquema del experimento verdadero, teniendo 2 grupos experimentales.
Problema Secundario	Objetivos secundarios			
¿Cómo es la turbidez del agua pretratada antes y después de la coagulación con la tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) y la sábila (<i>Aloe vera</i>)?	Describir la turbidez del agua pretratada antes y después de la coagulación con la tuna (<i>Opuntia ficus-indica</i>) y la sábila (<i>Aloe vera</i>)			
¿Cuáles son los parámetros físicos, químicos y microbiológicos antes y después de la coagulación con la tuna (<i>Opuntia ficus indica</i>) y la sábila (<i>Aloe vera</i>)?	Describir los parámetros físicos, químicos y microbiológicos antes y después de la coagulación con la tuna (<i>Opuntia ficus indica</i>) y la sábila (<i>Aloe vera</i>).			

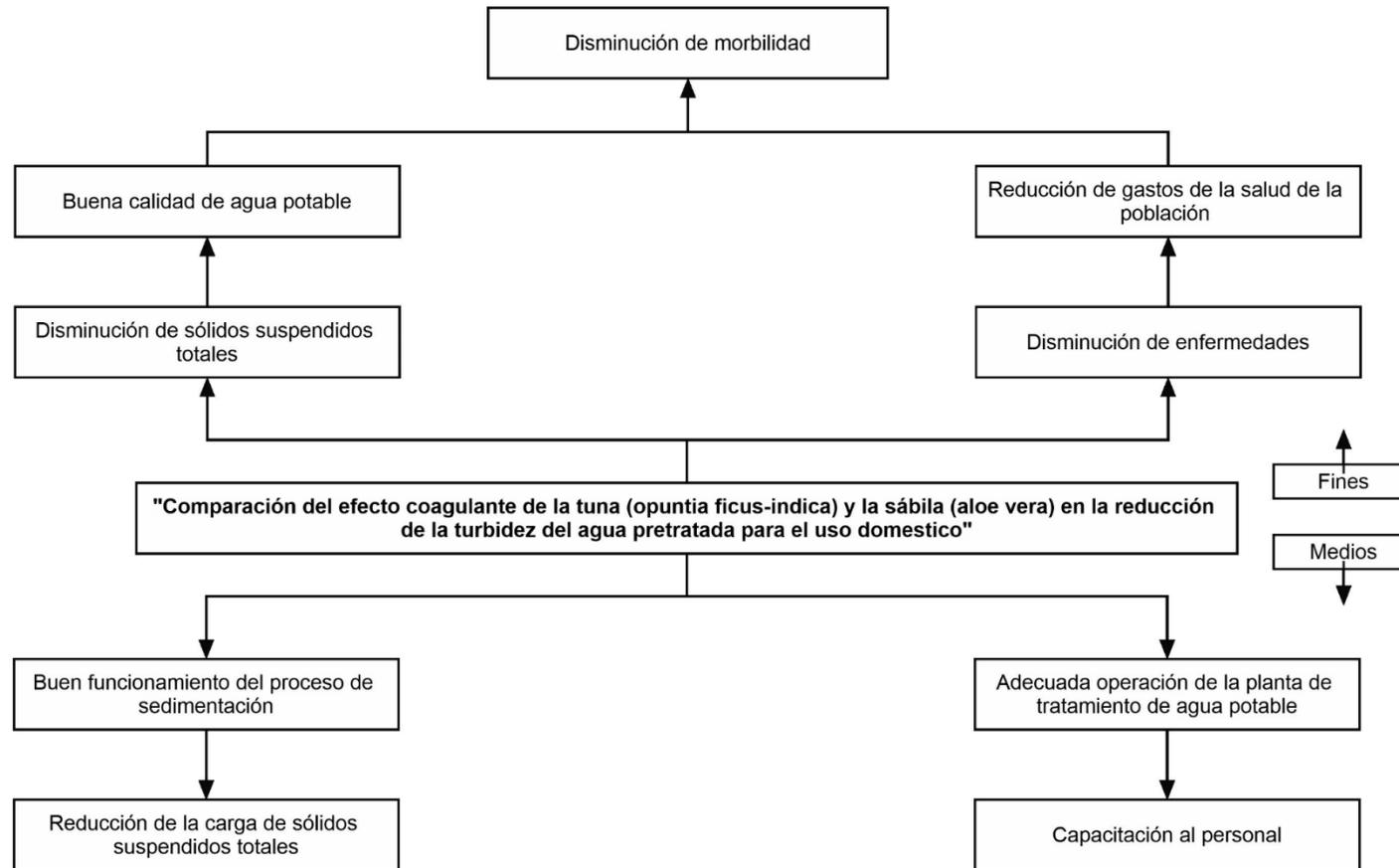
ANEXO 2

DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO



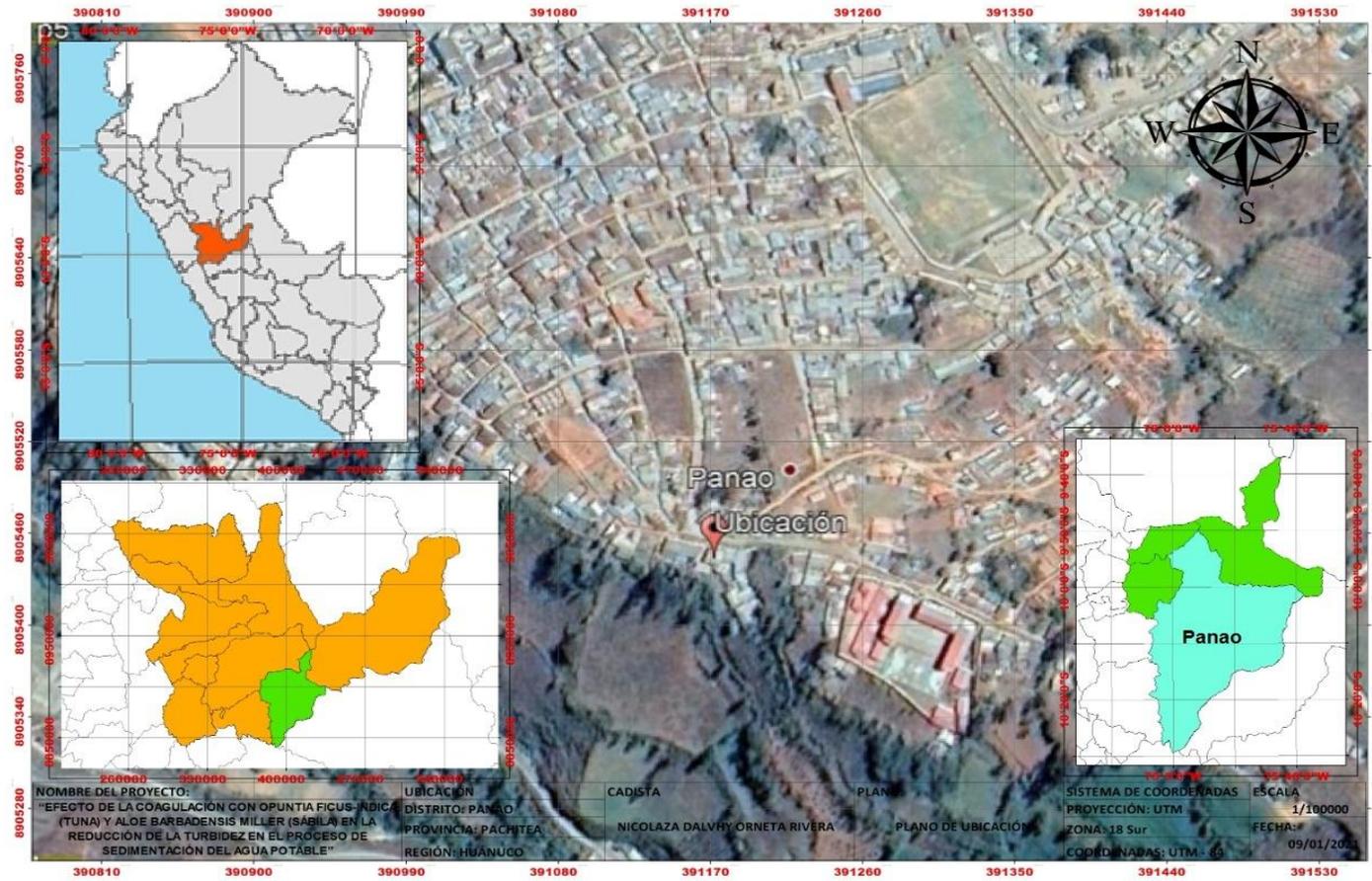
ANEXO 3

DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 4

MAPA DE UBICACIÓN GEOGRÁFICA



ANEXO 6

RESULTADO DE LABORATORIO DE LA UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO (UDH)




UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Ambiental
LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

1. DATOS

SOLICITANTE	Nicolaza Dalvy Ornata Rivera	MUESTREO POR:	Nicolaza Dalvy Ornata Rivera
DEPARTAMENTO	Huánuco	FECHA DE RECEPCIÓN:	29/02/2024
PROVINCIA	Pachitea	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	29/02/2024
DISTRITO	Panao	FECHA DE REPORTE	08/03/2024
CASERIO		RECIBO O FACTURA:	
TIPO DE MUESTRA	Agua para Uso y Consumo Humano - Bebida	OBSERVACIÓN:	

2. DATOS DE LA MUESTRA

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS					
CODIGO	REFERENCIA	PH	Turbidez	Conductividad Eléctrica			
Lab-UDH-01 Postes	Agua tratada con Penco de Tuna Postes	8.02	75.4 NTU	29.66 us/cm			
Lab-UDH-01 Postes	Agua tratada con Penco de Tuna Repetición 1	7.01	4.09 NTU	58.6 us/cm			
Lab-UDH-02 Postes	Agua tratada con Penco de Tuna Repetición 2	6.92	3.26 NTU	71.3 us/cm			
Lab-UDH-03 Postes	Agua tratada con Penco de Tuna Repetición 3	7.02	8.67 NTU	68.1 us/cm			
Lab-UDH-04 Postes	Agua tratada con Penco de Tuna Repetición 4	7.05	2.01 NTU	91.7 us/cm			
Lab-UDH-05 Postes	Agua tratada con Penco de Tuna Repetición 5	7.05	2.81 NTU	73.3 us/cm			

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 E.A.P. INGENIERÍA AMBIENTAL



Gisela Yoselin Lázaro Ramos
 (E) LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL

Carretera Central Km. 2.5 – La Esperanza Teléfono N° 51 -9773 – Anexo 310 Huánuco – Perú
 E-mail: secretaria.ambiental@udh.edu.pe



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Programa Académico de Ingeniería Ambiental
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL



CERTIFICADO DE ANÁLISIS

1. DATOS

SOLICITANTE	Nicolaza Daluhy Ornela Rivera	MUESTREADO POR:	Nicolaza Daluhy Ornela Rivera
DEPARTAMENTO	Huánuco	FECHA DE RECEPCIÓN:	11/03/2024
PROVINCIA	Pachitea	FECHA DE INICIO DE ENSAYO	11/03/2024
DISTRITO	Panao	FECHA DE REPORTE	18/03/2024
CASERIO		RECIBO O FACTURA:	
TIPO DE MUESTRA	Agua para uso y Consumo Humano - Bebida	OBSERVACIÓN:	

2. DATOS DE LA MUESTRA

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS						
CODIGO	REFERENCIA	PH	Turbidez	Conductividad Eléctrica				
lab-UPH-01 Postes	Agua tratada con sábila Pre tes	7.83	45.00 NTU	30.02 us/cm				
lab-UPH-01 Postes	Agua tratada con sábila Repetición 1	7.29	2.16 NTU	43.4 us/cm				
lab-UPH-02 Postes	Agua tratada con sábila Repetición 2	7.56	1.88 NTU	41.2 us/cm				
lab-UPH-03 Postes	Agua tratada con sábila Repetición 3	7.58	1.77 NTU	43.2 us/cm				
lab-UPH-04 Postes	Agua tratada con sábila Repetición 4	7.54	2.08 NTU	44.1 us/cm				
lab-UPH-05 Postes	Agua tratada con sábila Repetición 5	7.55	2.22 NTU	44.6 us/cm				

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. INGENIERÍA AMBIENTAL

Gisela Yoselin Lázaro Ramos
(E) LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL

Carretera Central Km. 2.5 - La Esperanza Teléfono N° 51 -9773 - Anexo 310 Huánuco - Perú
E-mail: secretaria.ambiental@udh.edu.pe

ANEXO 7

RESULTADO DE LABORATORIO

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-4977

N° Id.: 0000104640

V.- RESULTADOS

ITEM	1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO	M-24-13198	M-24-13199	M-24-13200	M-24-13201
CÓDIGO CLIENTE ^(A)	AH-01 PRETEST	AH-02 PRETEST	AH-03 PRETEST	AH-04 PRETEST
PRODUCTO ^(A)	Agua para Uso y Consumo Humano			
SUB PRODUCTO ^(A)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)	29-02-2024 08:18	29-02-2024 08:18	29-02-2024 08:18	29-02-2024 08:18

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (UFC/100mL) ²	UFC/100mL	NA	1	-	-	-	-
Coliformes Totales (UFC/100mL) (*)	UFC/100mL	NA	1	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	mg/L	0,4	2,0	-	9,1	-	-
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	NA	0,10	-	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	67,40	-	-	-
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2,00	5,00	-	-	22,00	-
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	-	-	23,7
Aniones INACAL-DA							
Cloruro (*)	mg/L	0,4	1,0	-	-	-	-
Sulfato (*)	mg/L	0,2	0,5	-	-	-	-

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-4977

N° Id.: 0000104640

ITEM				5	6	7
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-13202	M-24-13203	M-24-13204
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				AH-05 PRETEST	AH-06 PRETEST	AH-07 PRETEST
PRODUCTO ^(A)				Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano
SUB PRODUCTO ^(A)				Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				29-02-2024 08:18	29-02-2024 08:18	29-02-2024 08:18
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (UFC/100mL) ²	UFC/100mL	NA	1	-	-	3
Coliformes Totales (UFC/100mL) (*)	UFC/100mL	NA	1	-	-	67
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	mg/L	0,4	2,0	-	-	-
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	NA	0,10	8,50	-	-
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	-	-	-
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2,00	5,00	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	-	-
Aniones INACAL-DA						
Cloruro (*)	mg/L	0,4	1,0	-	<1,0	-
Sulfato (*)	mg/L	0,2	0,5	-	1,9	-

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-4997

N° Id.: 0000104660

V.- RESULTADOS

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-13266	M-24-13267	M-24-13268	M-24-13269
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				AH-PUNTO 01 TUNA	AH-PUNTO 01 TUNA	AH-PUNTO 02 TUNA	AH-PUNTO 02 TUNA
PRODUCTO ^(A)				Agua para Uso y Consumo Humano			
SUB PRODUCTO ^(A)				Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				29-02-2024 15:10	29-02-2024 15:10	29-02-2024 15:10	29-02-2024 15:10
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	<5,00	-	<5,00	-
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2,00	5,00	-	78,00	-	50,00

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-4997

N° Id.: 0000104660

ITEM				5	6	7	8
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-13270	M-24-13271	M-24-13272	M-24-13273
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				AH-PUNTO 03 TUNA	AH-PUNTO 03 TUNA	AH-PUNTO 04 TUNA	AH-PUNTO 04 TUNA
PRODUCTO ^(A)				Agua para Uso y Consumo Humano			
SUB PRODUCTO ^(A)				Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				29-02-2024 15:10	29-02-2024 15:10	29-02-2024 15:10	29-02-2024 15:10
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	<5,00	-	<5,00	-
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2,00	5,00	-	60,00	-	100,00

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-4979

N° Id.: 0000104642

V.- RESULTADOS

ITEM				1	2	3
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-13209	M-24-13210	M-24-13211
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				AH-PUNTO 05 TUNA	AH-PUNTO 05 TUNA	AH-PUNTO 06 TUNA
PRODUCTO ^(A)				Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano
SUB PRODUCTO ^(A)				Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				29-02-2024 15:10	29-02-2024 15:10	29-02-2024 15:10
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (UFC/100mL) ²	UFC/100mL	NA	1	-	-	110 000
Coliformes Totales (UFC/100mL) (*)	UFC/100mL	NA	1	-	-	130 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (**)	mg/L	0,4	2,0	-	-	16,8
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	NA	0,10	-	-	8,60
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	<5,00	-	-
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2,00	5,00	-	102,00	-
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	-	43,4
Aniones INACAL-DA						
Cloruro (*)	mg/L	0,4	1,0	-	-	7,9
Sulfato (*)	mg/L	0,2	0,5	-	-	3,1

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-5855

N° Id.: 0000105518

V.- RESULTADOS

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-15864	M-24-15865	M-24-15866	M-24-15867
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				AH-01	AH-02	AH-03	AH-04
PRODUCTO ^(A)				Agua para Uso y Consumo Humano			
SUB PRODUCTO ^(A)				Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				11-03-2024 08:35	11-03-2024 08:35	11-03-2024 08:35	11-03-2024 08:45
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (UFC/100mL) ²	UFC/100mL	NA	1	-	-	-	-
Coliformes Totales (UFC/100mL) (*)	UFC/100mL	NA	1	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	<2,0	-	-	-
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	NA	0,10	-	-	-	-
Sólidos Suspendedos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	-	62,00	-	-
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2,00	5,00	-	-	20,00	-
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	-	-	-
Aniones INACAL-DA							
Cloruro (*)	mg/L	0,4	1,0	-	-	-	<1,0
Sulfato (*)	mg/L	0,2	0,5	-	-	-	1,9

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-5855

N° Id.: 0000105518

ITEM				5	6	7
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-15868	M-24-15869	M-24-15870
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				AH-05	AH-06	AH-07
PRODUCTO ^(A)				Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano
SUB PRODUCTO ^(A)				Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				11-03-2024 08:55	11-03-2024 08:58	11-03-2024 09:00

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS		
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (UFC/100mL) ²	UFC/100mL	NA	1	-	-	130
Coliformes Totales (UFC/100mL) (*)	UFC/100mL	NA	1	-	-	350
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	-	-	-
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	NA	0,10	8,21	-	-
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	-	-	-
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2,00	5,00	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	<5,0	-
Aniones INACAL-DA						
Cloruro (*)	mg/L	0,4	1,0	-	-	-
Sulfato (*)	mg/L	0,2	0,5	-	-	-

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-5854

N° Id.: 0000105517

V.- RESULTADOS

ITEM				1	2	3	4
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-15858	M-24-15859	M-24-15860	M-24-15861
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3	PUNTO 4
PRODUCTO ^(A)				Agua para Uso y Consumo Humano			
SUB PRODUCTO ^(A)				Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				11-03-2024 14:21	11-03-2024 14:30	11-03-2024 14:51	11-03-2024 15:00

ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS			
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (UFC/100mL) ²	UFC/100mL	NA	1	-	-	-	-
Coliformes Totales (UFC/100mL) (*)	UFC/100mL	NA	1	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	-	-	-	-
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	NA	0,10	-	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	<5,00	<5,00	<5,00	<5,00
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2,00	5,00	32,00	30,00	32,00	34,00
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	-	-	-
Aniones INACAL-DA							
Cloruro (*)	mg/L	0,4	1,0	-	-	-	-
Sulfato (*)	mg/L	0,2	0,5	-	-	-	-

INFORME DE ENSAYO N°: IE-24-5854

N° Id.: 0000105517

ITEM				5	6
CÓDIGO DE LABORATORIO				M-24-15862	M-24-15863
CÓDIGO CLIENTE ^(A)				PUNTO 5	PUNTO 6
PRODUCTO ^(A)				Agua para Uso y Consumo Humano	Agua para Uso y Consumo Humano
SUB PRODUCTO ^(A)				Bebida (Agua Potable)	Bebida (Agua Potable)
FECHA y HORA DE MUESTREO ^(A)				11-03-2024 15:15	11-03-2024 15:20
ENSAYO	UNIDAD	L.D.M.	L.C.M.	RESULTADOS	
Coliformes Fecales (Termotolerantes) (UFC/100mL) ²	UFC/100mL	NA	1	-	590
Coliformes Totales (UFC/100mL) (*)	UFC/100mL	NA	1	-	780
Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	0,4	2,0	-	<2,0
Oxígeno Disuelto (**)	mg DO/L	NA	0,10	-	7,23
Sólidos Suspendidos Totales (*)	mg/L	2,00	5,00	5,00	-
Sólidos Totales Disueltos (*)	mg/L	2,00	5,00	32,00	-
Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	2,0	5,0	-	<5,0
Aniones INACAL-DA					
Cloruro (*)	mg/L	0,4	1,0	-	2,1
Sulfato (*)	mg/L	0,2	0,5	-	2,8

ANEXO 8

PANEL FOTOGRÁFICO



Homogenización de la muestra del agua pretratada.



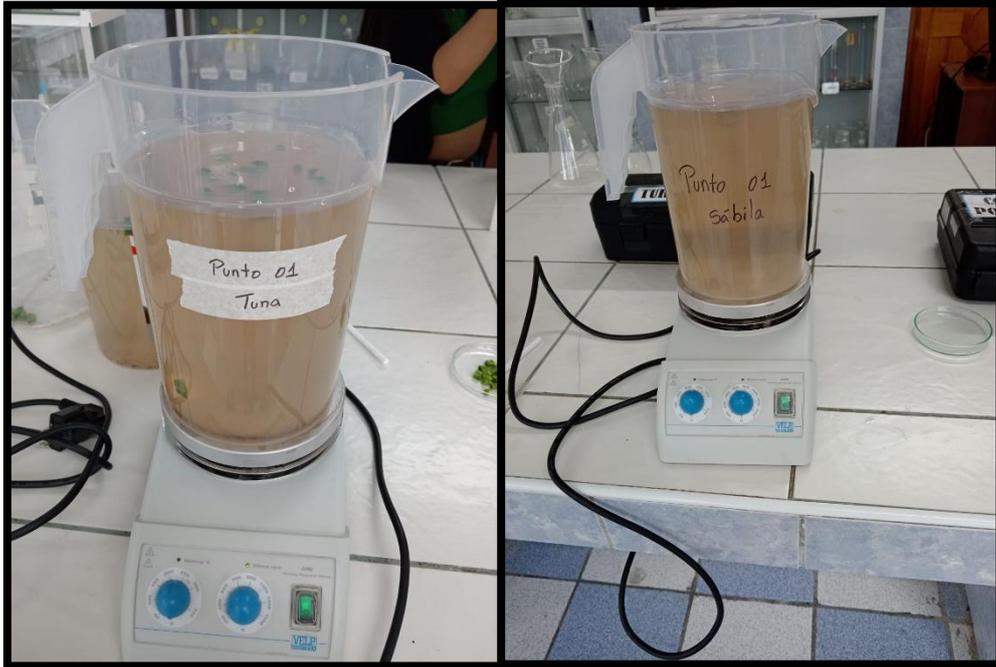
Toma del pre tes de la muestra



Medición de la turbidez inicial del agua pretratada



Pesado de la tuna y sábila



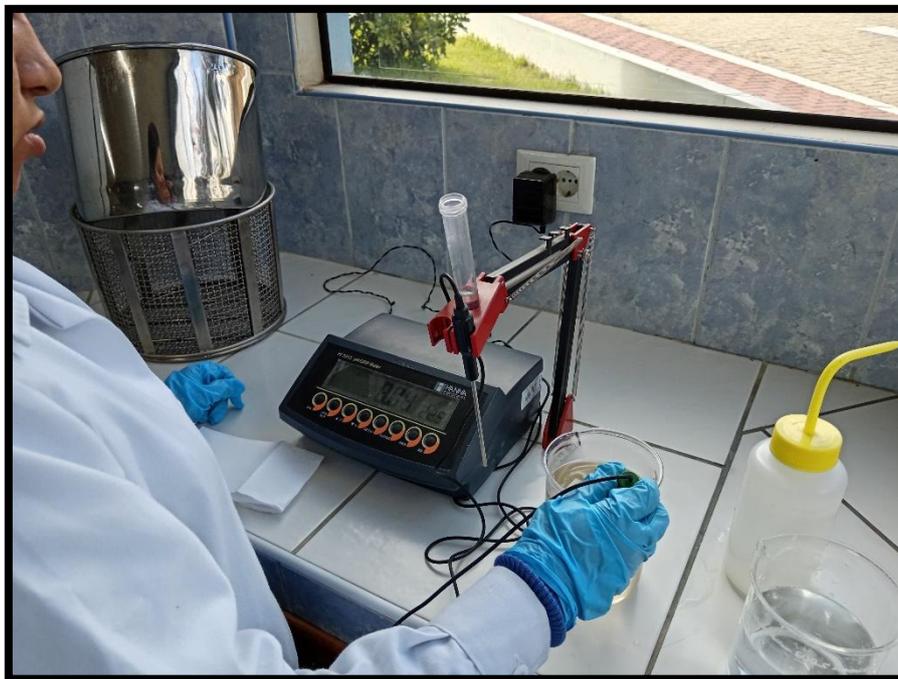
Proceso de agitación de las muestras con la tuna y sábila



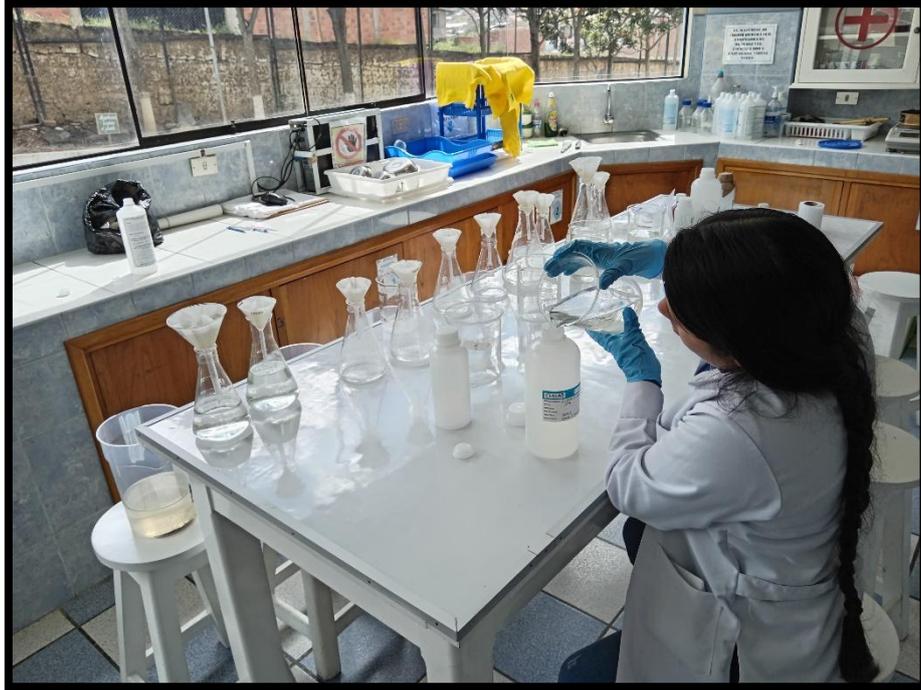
Proceso de filtración de la muestra



Medición final de parámetros (turbidez y conductividad eléctrica).



Medición final de pH.



Envasado de las muestras.



Sólidos sedimentados.



Visita del asesor de tesis.



Visita de jurado de tesis.