

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**Efecto de la dosificación del mucílago extraído de la tuna
(*Opuntia ficus - indica* (L.) Mill.) en la variación del pH y la
remoción de la turbidez en aguas de la PTAR Jaén -
Cajamarca**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

Autores: Bach. Liring Daily Mondragón Araujo

Bach. Roysser Marlex Tineo Villalobos

Asesores: Dr. Alexander Huamán Mera

Dr. Santos Clemente Herrera Díaz

**INNOVACIÓN TECNOLÓGICA PARA EL DESEMPEÑO Y
COMPETIVIDAD PARA LA CALIDAD AMBIENTAL**

JAÉN – PERÚ, SETIEMBRE, 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

Efecto de la dosificación del mucílago extraído de la tuna (*Opuntia ficus - indica* (L.) Mill.) en la

AUTOR

Liring Daily Mondragón Araujo Roysser
Marlex Tineo Villalobos

RECuento DE PALABRAS

7620 Words

RECuento DE CARACTERES

40364 Characters

RECuento DE PÁGINAS

52 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.1MB

FECHA DE ENTREGA

Aug 26, 2024 10:12 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Aug 26, 2024 10:13 AM GMT-5

● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 4% Base de datos de trabajos entregados
- 0% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2018-SUNEDU/CD

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 06 de setiembre del año 2024, siendo las 15:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Dr. Segundo Edilberto Vergara Medrano

Secretario : Dr. James Tirado Lara

Vocal : Dr. Segundo Sánchez Tello

para evaluar la Sustentación del Informe Final:

() Trabajo de Investigación

(X) Tesis

() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **Efecto de la dosificación del mucílago extraído de la tuna (*Opuntia ficus indica* (L.) Mill.) en la variación del pH y la remoción de la turbidez en aguas de la PTAR Jaén-Cajamarca**, presentado por el estudiante/egresado o Bachiller (es) Liring Daily Mondragón Araujo y Roysser Marlex Tineo Villalobos, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental.

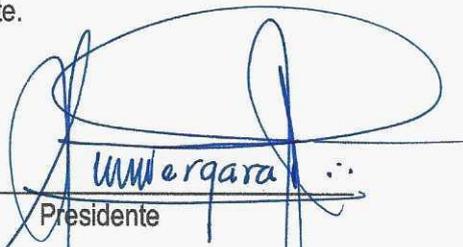
Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

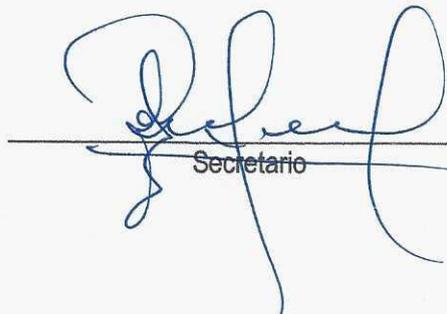
(X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

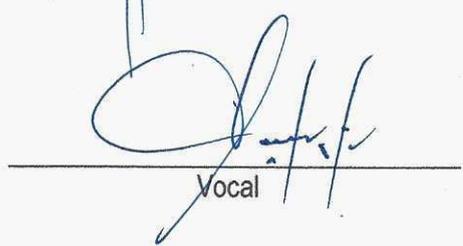
Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (14) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 16:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Presidente


Secretario


Vocal

ÍNDICE

RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1. Materiales y equipos	4
2.1.1. Materiales	4
2.1.2. Equipos	4
2.2. Metodología	4
2.2.1. Obtener el mucílago de <i>O. ficus - indica</i> para los tratamientos	4
2.2.1.1. Identificación de individuos de <i>O. ficus - indica</i>	4
2.2.1.2. Obtención del mucílago de <i>O. ficus - indica</i> para los tratamientos	5
2.2.2. Evaluar el efecto de la interacción mucílago de la <i>O.</i> <i>ficus - indica</i> por sulfato de aluminio en la variación del pH y la remoción de la turbiedad	6
2.2.2.1. Obtención y análisis de las aguas de la PTAR para los tratamientos	6
2.2.2.2. Diseño estadístico	6
2.2.2.3. Leyenda	7
2.2.2.4. Croquis experimental	7
2.2.2.5. Análisis de datos	8

III.	RESULTADOS _____	9
3.1.	Evaluar el efecto de la interacción mucílago de la <i>O. ficus - indica</i> por sulfato de aluminio en la variación del pH y la remoción de la turbiedad _____	9
3.1.1.	pH _____	9
3.1.1.1.	Estadísticos descriptivos _____	9
3.1.1.2.	Prueba de normalidad _____	9
3.1.1.3.	Prueba de Kruskal-Wallis _____	10
3.1.1.4.	Prueba de Tukey _____	10
3.1.2.	Turbiedad _____	11
3.1.2.1.	Estadísticos descriptivos _____	11
3.1.2.2.	Prueba de normalidad _____	11
3.1.2.3.	Prueba de Kruskal-Wallis _____	12
3.1.2.4.	Prueba de Tukey _____	12
3.2.	Evaluar el efecto de la dosificación del mucílago extraído de la <i>O. ficus - indica</i> en la variación del pH y la remoción de la turbidez en aguas de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales de Jaén – Cajamarca _____	13
3.2.1.	pH _____	13
3.2.2.	Turbidez _____	14
3.3.	De terminar cuál es la dosis del mucílago de <i>O. ficus - indica</i> más eficiente para el tratamiento de aguas residuales _____	15
3.3.1.	pH _____	15

3.3.2. Turbiedad	15
IV. DISCUSIÓN	16
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	18
5.1. CONCLUSIONES	18
5.2. RECOMENDACIONES	19
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
AGRADECIMIENTO	22
DEDICATORIA	23
ANEXOS	24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos para el diseño estadístico DCA _____	7
Tabla 2. <i>Estadísticos descriptivos de los datos porcentuales del pH</i> _____	9
Tabla 3. <i>Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el pH</i> _____	9
Tabla 4. <i>Prueba de Kruskal-Wallis para el pH</i> _____	10
Tabla 5. <i>Prueba de Tukey para los efectos de los tratamientos sobre el pH</i> _____	10
Tabla 6. <i>Estadísticos descriptivos de los datos porcentuales de la turbiedad</i> _____	11
Tabla 7. <i>Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la turbiedad</i> _____	11
Tabla 8. <i>Prueba de Kruskal-Wallis para la turbiedad</i> _____	12
Tabla 9. <i>Prueba de Tukey para los efectos de los tratamientos sobre la turbiedad</i> _____	12
Tabla 10. <i>Resultados porcentuales de pH de los seis tratamientos en las cuatro repeticiones</i> _____	24
Tabla 11. <i>Resultados porcentuales de turbiedad de los seis tratamientos en las cuatro repeticiones</i> _____	24

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. <i>Croquis experimental - DCA</i> _____	7
Figura 2. <i>Variación porcentual de pH en las tres dosis</i> _____	13
Figura 3. <i>Variación porcentual de turbiedad en las tres dosis</i> _____	14
Figura 4. <i>Variación porcentual de pH con O. ficus - indica en las tres dosis</i> _____	15
Figura 5. <i>Variación porcentual de turbiedad con O. ficus - indica en las tres dosis</i> _____	15
Figura 6. <i>Constancia de identificación taxonómica</i> _____	25
Figura 7. <i>Certificado para la extracción de las aguas de la PTAR de Jaén</i> _____	26
Figura 8. <i>Identificación de la PTAR Jaén – Cajamarca</i> _____	27
Figura 9. <i>Distribución de pozas en la PTAR Jaén – Cajamarca</i> _____	28
Figura 10. <i>Punto de donde se obtuvo las muestras de la desembocadura de poza 4 de la PTAR Jaén – Cajamarca</i> _____	29
Figura 11. <i>Individuo de O. ficus - indica</i> _____	30
Figura 12. <i>Recolección de los cladodios de la O. ficus - indica</i> _____	30
Figura 13. <i>Lavado de los cladodios de la O. ficus - indica con agua potable</i> _____	30
Figura 14. <i>Retiro de cutícula de los cladodios de la O. ficus - indica</i> _____	31
Figura 15. <i>Pulpa de cada cladodio de O. ficus - indica</i> _____	31
Figura 16. <i>Esterilizar todos los materiales a utilizar</i> _____	31
Figura 17. <i>Picado de la pulpa de la O. ficus - indica</i> _____	32

Figura 18. <i>Lavado de los trozos de pulpa de O. ficus - indica con agua potable</i> _____	32
Figura 19. <i>Lavado de los trozos de O. ficus - indica con agua destilada</i> _____	32
Figura 20. <i>Disposición de los trozos de O. ficus - indica en las placas Petri</i> _____	33
Figura 21. <i>Ingreso de las placas Petri a la estufa</i> _____	33
Figura 22. <i>Proceso de secado de O. ficus - indica en la estufa</i> _____	33
Figura 23. <i>Extracción de las placas Petri de la estufa</i> _____	34
Figura 24. <i>Trituración de O. ficus - indica después de ser extraídas de la estufa</i> _____	34
Figura 25. <i>Muestras trituradas</i> _____	34
Figura 26. <i>Resultado después de la trituración de O. ficus - indica</i> _____	35
Figura 27. <i>Tamización de muestras</i> _____	35
Figura 28. <i>Tamiz de 0.45 mm</i> _____	35
Figura 29. <i>Obtención del mucílago coagulante - floculante natural de O. ficus - indica</i> _____	36
Figura 30. <i>Extracción de agua de la desembocadura de la PTAR (salida de la poza 4) para los tratamientos</i> _____	36
Figura 31. <i>Peso de la primera dosis (100 mg) del mucílago de O. ficus - indica</i> _____	36
Figura 32. <i>Peso de la segunda dosis 150 mg del mucílago obtenido de O. ficus - indica</i> _____	37
Figura 33. <i>Peso de la tercera dosis 200 mg del mucílago obtenido de O. ficus - indica</i> _____	37

Figura 34. <i>Preparación de las muestras para colocar en el test de jarras</i>	37
Figura 35. <i>Toma del pH inicial del tratamiento de la primera repetición</i>	38
Figura 36. <i>Toma de la turbidez inicial en la primera repetición del tratamiento</i>	38
Figura 37. <i>Test de jarras</i>	38
Figura 38. <i>Tratamiento de aguas de la PTAR con el tratamiento control (sulfato de aluminio)</i>	39
Figura 39. <i>Toma de datos del pH en el tratamiento con el tratamiento control (sulfato de aluminio)</i>	39
Figura 40. <i>Tratamiento con aguas de la PTAR (repetición 1) en el test de jarras para el proceso coagulación – floculación</i>	39
Figura 41. <i>Tratamiento con aguas de la PTAR (repetición 2) en el test de jarras para el proceso de coagulación – floculación</i>	40
Figura 42. <i>Tratamiento con aguas de la PTAR (repetición 3) en el test de jarras para el proceso de coagulación – floculación</i>	40
Figura 43. <i>pH del tratamiento de la primera repetición con 100 mg del mucílago</i>	40
Figura 44. <i>pH del tratamiento de la primera repetición con 150 mg del mucílago</i>	41
Figura 45. <i>pH del tratamiento de la primera repetición con 200 mg del mucílago</i>	41
Figura 46. <i>Tratamientos que se presenta en una PTAR</i>	42

RESUMEN

Actualmente las aguas residuales de nuestra localidad no presentan un tratamiento completo, ya que, un tratamiento completo presenta cuatro etapas, sin embargo, son expulsadas al Río Amojú, siendo utilizadas por personas en actividades domésticas y agrícolas, contribuyendo a focos infecciosos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la dosificación del mucílago extraído de *O. ficus - indica* en la variación del pH y la remoción de la turbiedad en aguas de la PTAR de Jaén, Cajamarca. Los tratamientos se realizaron con el mucílago como coagulante natural y el sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$) como coagulante químico, con tres dosis 100, 150 y 200 mg/l, con cuatro repeticiones, utilizando un Test de Jarras a 150 rpm. Se obtuvo resultados con el mucílago de 0.77 % de menor variación de pH a la alcalinidad y un 14.58 % de mayor remoción de turbiedad a una dosis de 100 mg/l, y con el sulfato de aluminio un 4.47 % de menor variación de pH a la acidez con una dosis de 100 mg/l y un 98.27 % de remoción de turbiedad con una dosis de 200 mg/l. El mucílago de *O. ficus - indica* a menor dosis de 100 mg/l produjo mayor remoción de turbiedad y menor variación del pH.

Palabras clave: alcalinidad, coagulante, focos infecciosos, mucílago, pH, turbiedad.

ABSTRACT

Currently, the wastewater in our town does not have a complete treatment, since a complete treatment has four stages, however, they are expelled to the Amojú River, being used by people in domestic and agricultural activities, contributing to infectious sources. The objective of this research was to evaluate the effect of the dosage of mucilage extracted from *O. ficus - indica* on the variation of pH and the removal of turbidity in waters from the PTAR of Jaén, Cajamarca. The treatments were carried out with mucilage as a natural coagulant and aluminum sulfate ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) as a chemical coagulant, with three doses 100, 150 and 200 mg/l, with four repetitions, using a Jar Test at 150 rpm. Results were obtained with the mucilage of 0.77% lower pH variation at alkalinity and 14.58% greater turbidity removal at a dose of 100 mg/l, and with aluminum sulfate a 4.47% lower pH variation at alkalinity. acidity with a dose of 100 mg/l and 98.27% turbidity removal with a dose of 200 mg/l. The mucilage of *O. ficus - indica* at a lower dose of 100 mg/l produced greater removal of turbidity and less variation in pH.

Keywords: alkalinity, coagulant, infectious foci, mucilage, pH, turbidity.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la contaminación del agua es un problema para el mundo, debido a que está sometido a contaminación química, física y biológica, la amenaza más latente es el crecimiento demográfico, uno de los principales contribuyentes al deterioro de la calidad del agua. Sin embargo, se han venido desarrollando un sin número de técnicas para controlar la contaminación de aguas sobre todo en el control de contaminación por aguas residuales (Sánchez et al., 2011)

En el mundo se encuentran más de 2 000 millones de personas que no cuentan con un saneamiento básico, de las cuales 7 de 10 se encuentran viviendo en zonas rurales, y 1 100 millones de personas carecen de acceso a una fuente de agua para ser bebida, generando de esta manera que 1,6 millones de personas mueran anualmente con enfermedades diarreicas (incluido el cólera), siendo el 90% personas menores de 5 años (OMS, 2020).

Perú es un país donde el 70% de las aguas residuales que se generan son vertidas a los cuerpos de aguas naturales sin tratamiento alguno, existe 143 plantas de tratamiento residual, de las cuales solo 20 tienen un completo funcionamiento ya que cumplen con la normativa vigente (Larios et al., 2015).

No ajeno a esto, nuestra localidad de Jaén también presenta este problema por contaminación de aguas residuales, sumándose a esta la contaminación del Río Amojú, debido a la sobrecarga de aguas residuales por la sobrepoblación y por si fuera poco la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Jaén – Cajamarca PTAR, no cuenta con las fases completas para el tratamiento de aguas servidas.

Las aguas residuales están contaminadas por sustancias de desechos de actividades industriales y domésticas, entre ellos sustancias fecales y orina; los cuales requieren de un sistema de canalización, tratamiento y desalojo, siendo de mucha importancia ya que su tratamiento nulo o indebido puede generar grandes problemas de contaminación y vulnerar la salud de las personas expuestas (Silva, 2017).

Una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales implementada cuenta con cuatro tratamientos: pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario: en el pretratamiento se realiza el proceso físico con el objetivo de eliminar objetos gruesos, arena y grasa; el tratamiento primario es el proceso físico y químico con el objetivo

de eliminar materia sedimentable y flotante; en el tratamiento secundario se realiza el proceso biológico con el objetivo de eliminar materia orgánica disuelta o coloidal; y en el tratamiento terciario se realiza los tres procesos físico, químico y biológico con el objetivo de eliminar sólidos en suspensión, materia orgánica residual, nutrientes y patógenos (Secretariado alianza por el agua, 2008).

Para la potabilización del agua la clarificación es un proceso preliminar que incluye los subprocesos de coagulación, floculación y sedimentación, en este proceso se aplica un coagulante para que agrupe las partículas coloidales en suspensión, mediante la interacción debido a que presentan cargas eléctricas opuestas, formando partículas de mayor tamaño (flóculos) para que se puedan sedimentar, así luego separarlas por filtración (Guardián, 2010).

Por lo cual es indispensable que el agua sea sometida a diferentes tratamientos previos para así poder remover en su totalidad o parcial los contaminantes antes de ser utilizadas, puesto que existen personas que no cuentan con agua potable y las usan para sus labores domésticas como también para la agricultura, por lo que es indispensable tomar medidas de prevención haciendo uso de coagulantes – floculantes químicos como naturales y de esta manera prevenir enfermedades, en la actualidad los coagulantes – floculantes químicos preferidos son las sales minerales de aluminio y/o hierro como sulfato de aluminio, aluminato de sodio, sulfato ferroso, sulfato férrico y cloruro férrico, sin embargo estos presentan un gran costo económico y su dosis debe ser utilizada con mucho cuidado porque en exceso pueden llegar a ser nocivos para la salud presentando enfermedades neurodegenerativas, por lo que ahora existe un arduo apogeo por los floculantes – coagulantes naturales extraídos de especies vegetales, que pueden ser tan eficientes como los químicos y se pueden encontrar a menor costo, eficiente, a disposición de todos y amigable con el medio ambiente (Flórez, 2010).

Tomando esta iniciativa y teniendo entre muchas alternativas, decidimos trabajar con *O. ficus - indica*, la cual pertenece a la familia **Cactaceae**, las *cactáceas* son plantas que identifican los paisajes desérticos y zonas áridas, tropicales, subtropicales y templadas (Ríos y Quintana, 2004); siendo una especie que existe en la localidad de Jaén y sus alrededores, pero la población no le da ninguna utilidad.

Según Villabona et al. (2013) la caracterización de la *O. ficus - indica* para su uso como coagulante natural, determinaron que el material extraído presenta mayor efectividad como

coagulante natural por su capacidad para remover 50% del color y 70% de turbidez de aguas crudas; así también Silva (2017) la extracción del mucílago de la penca de *O. ficus - indica* y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias, concluye que las condiciones favorables para la extracción del mucílago, tienen una correlación directa con los carbohidratos presentes en el mismo y promueven satisfactoriamente la remoción de la turbidez.

Según Caceres y Castiblanco (2020) la evaluación de la *O. ficus - indica* (cactus) como coagulante natural para el tratamiento de agua potable de la empresa Emservilla en el Municipio de Ubaté, concluyen que el coagulante natural líquido es viable para sustituir al coagulante químico usado actualmente, planteando así una optimización del 27% en los costos de tratamiento de agua anuales, una reducción del 80% con respecto a la dosificación óptima actualmente usada y una disminución de consumo de coagulante.

Según Alvarez y Ccahua (2021) la remoción de turbidez usando coagulantes *Echinopsis peruviana* y *O. ficus - indica* en muestras con suelo del río Tucuirí, Santo Tomás, concluyeron que se removió la turbiedad usando biocoagulantes *Echinopsis peruviana* y *O. ficus - indica* en el río Tucuirí del distrito de Santo Tomás, esto se debe principalmente a que poseen propiedades como el alcaloide (3, 4 y 5 trimetooxifeniletamina) y el polímero natural (ácido galacturónico), los cuales dan el poder coagulante; así también según Ruiz (2021) la eficiencia de la *O. ficus - indica* como biocoagulante para la clarificación del agua de Estero Medina, Parroquia Bellamaría, Provincia El Oro, determinaron la alta efectividad del mucílago de *O. ficus - indica* para la remoción de turbidez, tanto en su forma fresca como desecada, al alcanzar porcentajes de remoción superiores al 97%, que permiten clasificarlo con un coagulante primario, ya que supera el 70% de la remoción de la turbidez.

Los objetivos de esta investigación son, principal “Evaluar el efecto de la dosificación del mucílago extraído de la *O. ficus - indica* en la variación del pH y la remoción de la turbidez en aguas de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales de Jaén – Cajamarca”, los específicos “Evaluar el efecto de la interacción mucílago de la *O. ficus - indica* por sulfato de aluminio en la variación del pH y la remoción de la turbiedad” y “Determinar cuál es la dosis del mucílago de *O. ficus - indica* más eficiente para el tratamiento de aguas residuales”.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales y equipos

2.1.1. Materiales

➤ Laboratorio

- Vaso de precipitación
- Tubos de ensayo
- Pipeta
- Rejillas
- Varilla
- Luna de reloj
- Guantes quirúrgicos
- Mascarilla
- Placas Petri
- Agua destilada
- Bisturí

➤ Campo

- Cuchillo
- Baldes
- Sacos
- Escobilla
- Guantes quirúrgicos
- Jarra
- Mascarilla
- Agua potable
- Guantes de protección

2.1.2. Equipos

- Test de jarras
- pH-metro
- Turbidímetro
- Balanza analítica
- Estufa
- Cámara fotográfica

2.2. Metodología

2.2.1. Obtener el mucílago de *O. ficus - indica* para los tratamientos

2.2.1.1. Identificación de individuos de *O. ficus - indica*.

Se identificaron individuos de *O. ficus - indica*, mediante herbarios virtuales, ya que en la localidad de Jaén no se encontró en ningún herbario físico a la *O. ficus - indica*, por lo que no es una especie maderables, ni ornamental simplemente pasa desapercibida, gracias a los herbarios virtuales se pudo

identificar a la especie en la provincia de Jaén en el sector de Fila Alta, siendo acreditado su verificación por la Bióloga: Yuriko Sumiyo Murillo Domen.

2.2.1.2. Obtención del mucílago de *O. ficus - indica* para los tratamientos

Después de identificar y verificar que se trataba de la especie *O. ficus - indica*, se recolectó, en un saco 7 cladodios o pencas, los que tuvieron un peso de 7.062 kg de las cuales se trabajó con 5 cladodios con un peso de 5.51 kg, luego de lavarlas con agua de caño y ser cepilladas para retirar las espinas, se retiró la cutícula, de estos 5.51 kg de cladodios se obtuvo 1.295 kg de pura pulpa y 4.215 kg de cutícula que no se utilizó, esta pulpa fue cortada en pequeños pedazos para posteriormente ser lavadas con agua destilada, para luego ser puestas en las placas Petri, y ser llevadas a la estufa a una temperatura de 60 °C por 48 horas, después de haber pasado las 48 horas fueron sacadas de la estufa, para ser triturados en un mortero y fue tamizado en un tamiz de 0.45 mm para garantizar que presentan una dimensión inferior, obteniendo 29.18 gramos como peso total del mucílago coagulante – floculante natural de los cladodios de *O. ficus - indica*.

Procesos para la obtención del mucílago de *O. ficus - indica*:

1. Recolección de los cladodios de *O. ficus - indica*
2. Lavado de los cladodios de *O. ficus - indica*
3. Retiro de cutícula de los cladodios de *O. ficus - indica*
4. Extracción de la pulpa de cada cladodio de *O. ficus - indica*
5. Trozado de la pulpa de *O. ficus - indica*
6. Lavado de los trozos de pulpa de *O. ficus - indica*
7. Disposición de los trozos de *O. ficus - indica* en las placas Petri
8. Ingreso de las placas Petri a la estufa
9. Extracción de las placas Petri de la estufa
10. Trituración de la pulpa de *O. ficus - indica* después de ser extraídas de la estufa
11. Muestras trituradas
12. Tamizaje de la muestra triturada
13. Obtención del mucílago coagulante - floculante natural de *O. ficus - indica*

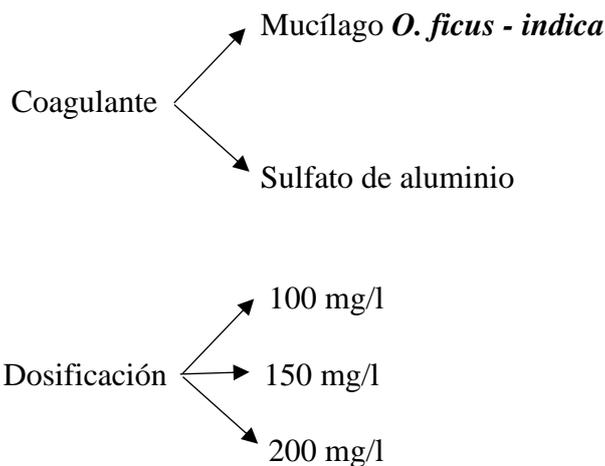
2.2.2. Evaluar el efecto de la interacción mucílago de la *O. ficus - indica* por sulfato de aluminio en la variación del pH y la remoción de la turbiedad

2.2.2.1. Obtención y análisis de las aguas de la PTAR para los tratamientos

Para la obtención de las aguas de la PTAR se solicitó a la EPS Marañón una autorización para la entrada y extracción de aguas de PTAR, las cuales fueron programadas en cuatro repeticiones, dichas muestras se extrajeron en un balde de 20 litros con la ayuda de una jarra facilitando el proceso, posteriormente se trabajó en el laboratorio de la PTAR EPS Marañón, previa autorización, en donde cuentan con el equipo Test de Jarras la cual se utilizó para el proceso de coagulación – floculación, se procedió a colocar 1 litro de muestras de aguas de la PTAR en vasos de precipitación para luego medir el pH, introduciendo el pH-metro en el vaso de precipitación que contenía la muestra de agua residual, de la misma manera se procedió a medir la turbidez con un turbidímetro, para posterior ponerlo en el Test de Jarras y agregar las dosis (100 mg, 150 mg y 200 mg), repitiendo este procedimiento en las cuatro repeticiones.

2.2.2.2. Diseño estadístico

Se uso un diseño completamente al azar (DCA) con 6 tratamientos y 4 repeticiones.



2.2.2.3. Leyenda

Tabla 1

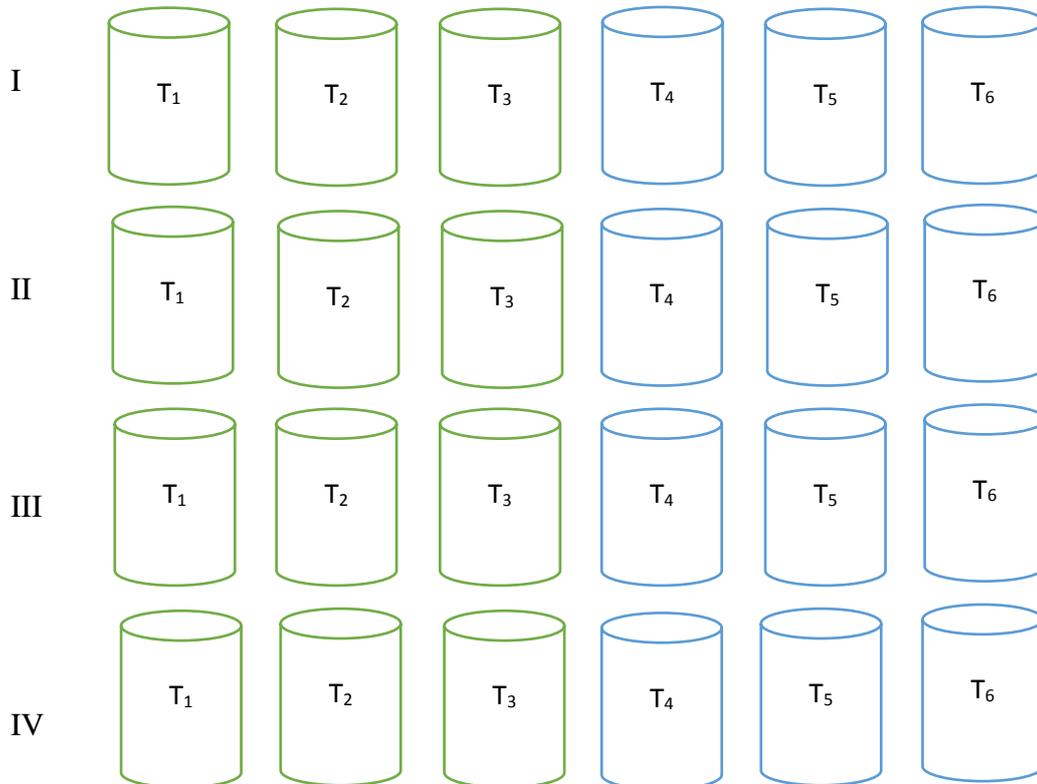
Tratamientos para el diseño estadístico DCA

Tratamientos	Descripción
T ₁	<i>O. ficus - indica</i> x 100 mg/l
T ₂	<i>O. ficus - indica</i> x 150 mg/l
T ₃	<i>O. ficus - indica</i> x 200 mg/l
T ₄	Sulfato de aluminio x 100 mg/l
T ₅	Sulfato de aluminio x 150 mg/l
T ₆	Sulfato de aluminio x 200 mg/l

2.2.2.4. Croquis experimental

Figura 1

Croquis experimental - DCA



2.2.2.5. Análisis de datos

Se realizó utilizando el IBM SPSS statistics versión 25.

- A.** Cálculo de estadísticos descriptivos
- B.** Prueba de normalidad
- C.** Prueba de Kruskal-Wallis
- D.** Prueba de comparación de medias

III. RESULTADOS

3.1. Evaluar el efecto de la interacción mucílago de la *O. ficus - indica* por sulfato de aluminio en la variación del pH y la remoción de la turbiedad

3.1.1. pH

Los resultados indican la existencia significativa en el comportamiento de los coagulantes dentro de cada nivel de dosificación. Los tres niveles de dosificación ensayados producen efectos distintos en la variación del pH para los dos tipos de coagulantes, siendo la variación menor al emplear mucílago de *O. ficus - indica* en las dosificaciones de 100 y 150 mg/L, no existiendo diferencia estadísticamente significativa entre sí.

3.1.1.1. Estadísticos descriptivos

Tabla 2

Estadísticos descriptivos de los datos porcentuales del pH

Mínimo	0.77 %
Máximo	12.67 %
Media	4.957 %
Desviación estándar	±3.880
Varianza	15.052

Nota. Los datos se encuentran en la **Tabla 10** que se encuentra en Anexos.

3.1.1.2. Prueba de normalidad

Tabla 3

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para el pH

Variable	Estadístico	gl	p
pH	0.855	24	0.003*

Nota. Los resultados de pH no se ajustan a una distribución normal ($p < 0.05$) a una confiabilidad del 95 %.

3.1.1.3. Prueba de Kruskal-Wallis

Tabla 4

Prueba de Kruskal-Wallis para el pH

Variable	H de Kruskal-Wallis	gl	p
pH	22.042	5	0.001*

Nota. El resultado de la prueba de Kruskal-Wallis indica que la distribución del pH es diferente entre las categorías (rangos) de los tratamientos ($p < 0.05$); es decir, existe efecto significativo de los tratamientos ensayados en la variación del pH de la solución final.

3.1.1.4. Prueba de Tukey

Tabla 5

Prueba de Tukey para los efectos de los tratamientos sobre el pH

	Tratamiento	Media %	Significancia
T ₁	<i>O. ficus - indica</i> x 100 mg/l	1.07	A
T ₂	<i>O. ficus - indica</i> x 150 mg/l	1.92	AB
T ₃	<i>O. ficus - indica</i> x 200 mg/l	2.89	B
T ₄	Sulfato de aluminio x 100 mg/l	4.89	C
T ₅	Sulfato de aluminio x 150 mg/l	6.70	D
T ₆	Sulfato de aluminio x 200 mg/l	12.29	E

Nota. Las menores variaciones porcentuales de pH se obtuvieron con el mucílago de tuna con dosificaciones de 100 y 150 mg/L (T₁ y T₂, respectivamente); no existiendo diferencia estadísticamente significativa entre sí.

3.1.2. Turbiedad

Los mejores resultados de disminución de la turbiedad se obtuvieron con sulfato de aluminio como coagulante en las tres dosificaciones (100, 150 y 200 mg/L), no existiendo diferencia estadísticamente significativa entre sí. Sin embargo, el mucílago de *O. ficus - indica* como coagulante natural, presenta diferencia estadísticamente significativa en la disminución de la turbiedad en los tres niveles de dosificación ensayados, siendo la disminución mayor con 100 mg/L.

3.1.2.1. Estadísticos descriptivos

Tabla 6

Estadísticos descriptivos de los datos porcentuales de la turbiedad

Mínimo	4.03 %
Máximo	98.27 %
Media	53.446 %
Desviación estándar	±45.003
Varianza	2 025.251

Nota. Los datos se encuentran en la **Tabla 11** que se encuentra en Anexos.

3.1.2.2. Prueba de normalidad

Tabla 7

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para la turbiedad

Variable	Estadístico	gl	p
Turbiedad	0.677	24	0.000*

Nota. Los resultados de turbiedad no se ajustan a una distribución normal ($p < 0.05$) a una confiabilidad del 95 %.

3.1.2.3. Prueba de Kruskal-Wallis

Tabla 8

Prueba de Kruskal-Wallis para la turbiedad

Variable	H de Kruskal-Wallis	gl	p
Turbiedad	20.050	5	0.001*

Nota. El resultado de la prueba de Kruskal-Wallis indica que la distribución de la turbiedad es diferente entre las categorías (rangos) de los tratamientos ($p < 0.05$); es decir, existe efecto significativo de los tratamientos experimentados en la disminución porcentual de la turbiedad.

3.1.2.4. Prueba de Tukey

Tabla 9

Prueba de Tukey para los efectos de los tratamientos sobre la turbiedad

	Interacción	Media %	Significancia
T ₆	Sulfato de aluminio x 200 mg/l	97.64	A
T ₅	Sulfato de aluminio x 150 mg/l	97.40	A
T ₄	Sulfato de aluminio x 100 mg/l	97.26	A
T ₁	<i>O. ficus - indica</i> x 100 mg/l	13.42	B
T ₂	<i>O. ficus - indica</i> x 150 mg/l	9.23	C
T ₃	<i>O. ficus - indica</i> x 200 mg/l	5.72	D

Nota. Los mejores resultados de disminución de la turbiedad se obtuvieron con sulfato de aluminio en dosificaciones de 200, 150 y 100 mg/L (T₆, T₅ y T₄, respectivamente), no existiendo diferencia estadísticamente significativa entre sí.

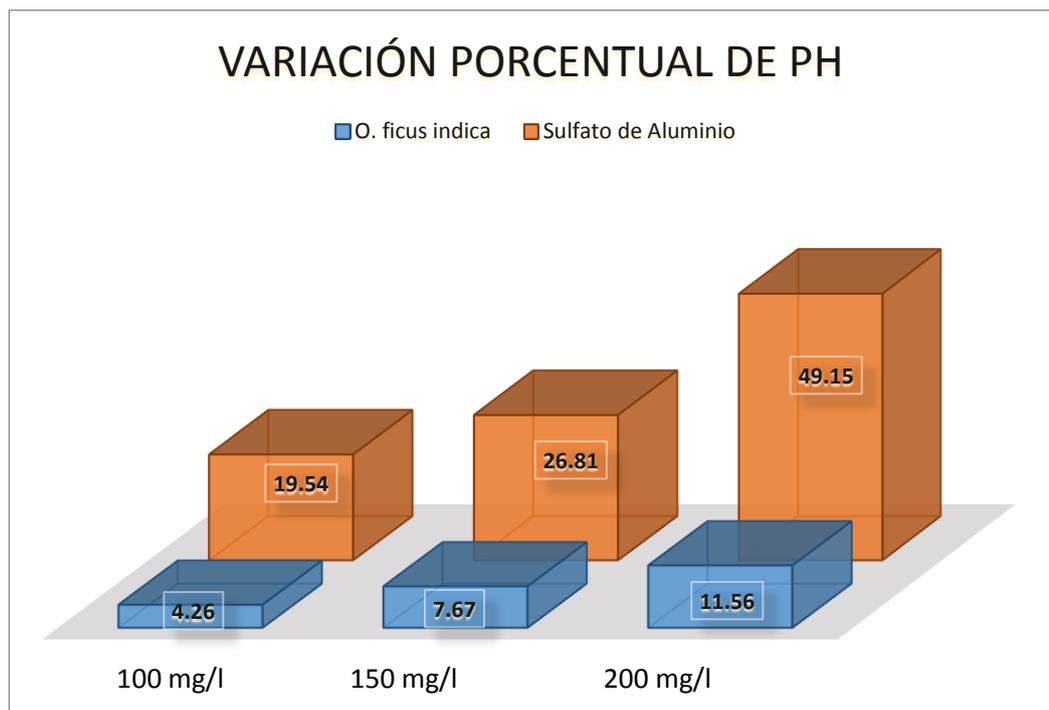
3.2. Evaluar el efecto de la dosificación del mucílago extraído de la *O. ficus - indica* en la variación del pH y la remoción de la turbidez en aguas de la Planta de Tratamiento de las Aguas Residuales de Jaén – Cajamarca.

3.2.1. pH

Después de los análisis de los datos y calcular los resultados se observó que con el sulfato de aluminio el pH tiende a disminuir hacia la acidez y con la *O. ficus indica* el pH tiende a aumentar a la alcalinidad, por lo que se determina que las menores variaciones porcentuales de pH se obtuvieron con el mucílago de *O. ficus - indica* en las dosificaciones de 100 y 150 mg/L, sin diferencia estadísticamente significativa entre sí.

Figura 2

Variación porcentual de pH en las tres dosis

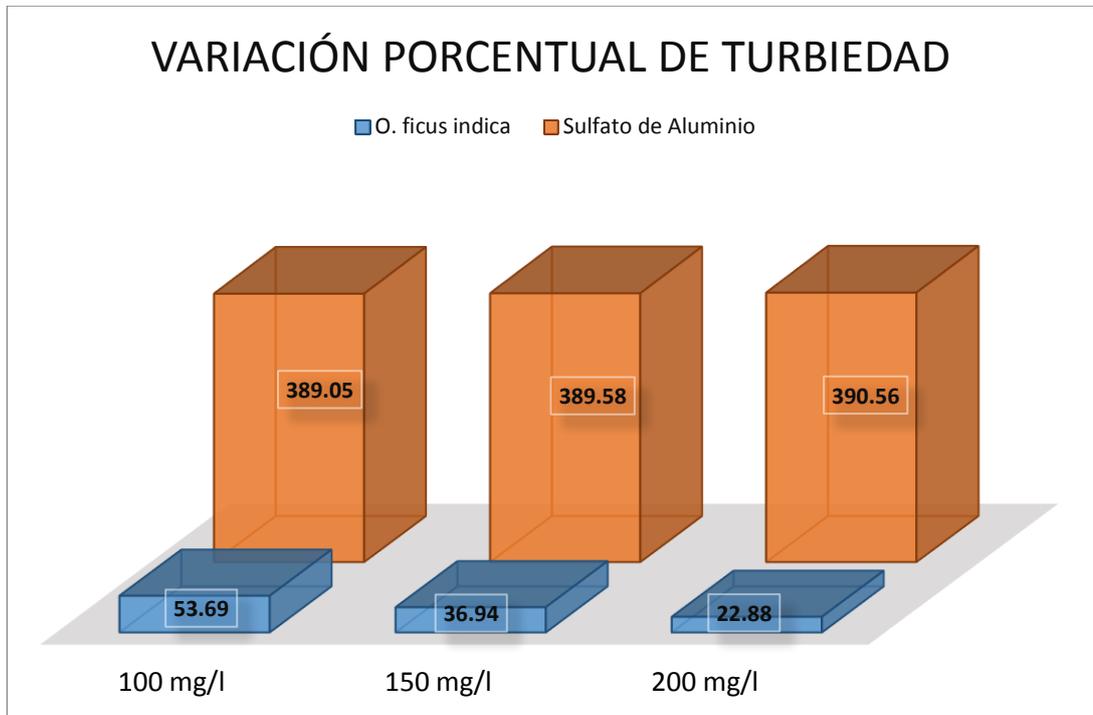


3.2.2. Turbidez

Después de calcular la prueba de medias mediante la prueba de Tukey se determina que los mejores resultados de disminución de la turbiedad se obtuvieron con el coagulante químico sulfato de aluminio en las tres dosificaciones (100, 150 y 200 mg/L), no existiendo diferencia estadísticamente significativa entre sí. Sin embargo, para el mucílago de *O. ficus - indica* como coagulante natural, presenta diferencia estadísticamente significativa en la disminución de la turbiedad en los tres niveles de dosificación ensayados, siendo la mayor disminución de turbiedad con la dosificación de 100 mg/l.

Figura 3

Variación porcentual de turbiedad en las tres dosis



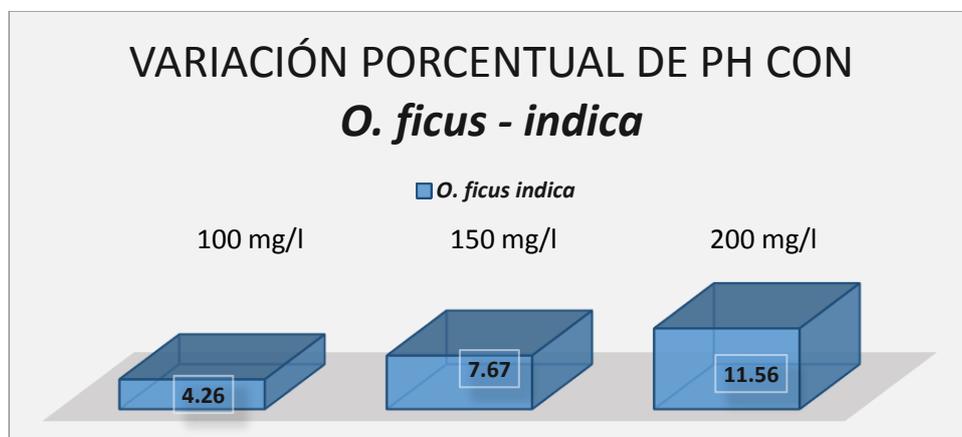
3.3. Determinar cuál es la dosis del mucílago de *O. ficus - indica* más eficiente para el tratamiento de aguas residuales

3.3.1. pH

Los resultados indican que los dos tipos de coagulante experimentados producen efectos distintos en la variación del pH para los tres niveles de dosificación, siendo menor la variación al emplear el mucílago de *O. ficus - indica* con una dosificación de 100 mg/L.

Figura 4

*Variación porcentual de pH con *O. ficus - indica* en las tres dosis*

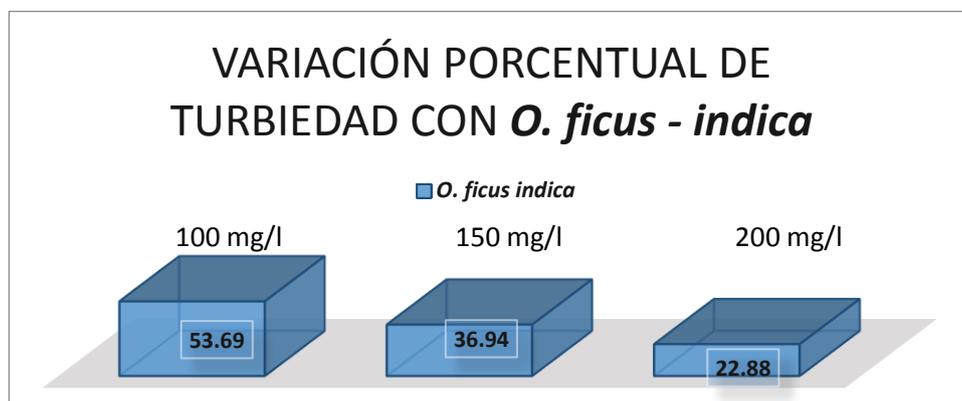


3.3.2. Turbiedad

Los resultados indican que el mucílago de *O. ficus - indica* produce efectos heterogéneos en la disminución de la turbiedad para los tres niveles de dosificación, siendo la disminución mayor con 100 mg/L.

Figura 5

*Variación porcentual de turbiedad con *O. ficus - indica* en las tres dosis*



IV. DISCUSIÓN

Los mejores resultados de disminución de la turbiedad se obtuvieron con sulfato de aluminio ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) como coagulante en dosificaciones de 100, 150 y 200 mg/L, no existiendo diferencia, debido a que para el sulfato de aluminio la dosis es un factor determinante para la coagulación - floculación lo cual favorece la sedimentación; pero pueden ser nocivos para la salud (Flórez, 2010). Sin embargo, el mucílago de *O. ficus - indica* como coagulante natural, presenta diferencia en la disminución de la turbiedad en los tres niveles de dosificación ensayados. Las menores variaciones porcentuales de pH se obtuvieron con el mucílago de *O. ficus - indica* en las dosificaciones de 100 y 150 mg/L; no existiendo diferencia entre sí, ya que para el mucilago influye tanto el tipo de coagulante como la velocidad de agitación en el test de jarras, por lo que es necesario identificar a coagulantes - floculantes alternativos ambientalmente aceptables para utilizarlos como reemplazo (Olivero et al, 2014).

A mayor dosis de mucílago de *O. ficus - indica* mayor alcalinidad de la solución y menor disminución de la turbiedad, la prueba de comparación de medias de Tukey al 95 % de confiabilidad estableció que, se logra incrementar en menor grado el pH final de la solución con dosificaciones equivalentes a 100 y 150 mg/l de mucílago, así como los mejores resultados de disminución de la turbidez se obtuvieron a una dosificación de 100 mg/l de mucílago de *O. ficus - indica*. Según Villabona et al. (2013) observaron que, la remoción de color y de turbidez tiende a aumentar a medida que se incrementa la dosis de coagulante para las condiciones estudiadas trabajando con dosis de 50, 75 y 90 mg/l. Se obtuvo un máximo de remoción de color del orden del 54%, y una remoción de turbidez de 72% cuando se aplicó coagulante en una dosis de 90 mg/l; y según Fuentes et al. (2016) el cactus (5.95 y 10.5 NTU) presento las mayores eficiencias removiendo un 98,69% para la dosis de 100 mg/l de las siguientes concentraciones (60, 80 y 100 mg/l).

Por lo que se concluye que para aguas superficiales como de ríos y/o quebradas a mayor dosis mayor remoción de turbidez, a diferencia que para las aguas residuales a menor dosis mayor remoción de turbidez y menor alcalinidad, deduciendo que la *O. ficus - indica* no es un buen coagulante - floculante para aguas residuales, ya que en estas se encuentran aguas de todo tipo como las de desechos domésticos con mucha presencia de aceites, grasas y detergentes, los cuales inhiben la coagulación para la segregación. (Ruiz, 2021). así como lo

describe Chambi (2018) los detergentes son compuestos orgánicos sintéticos, que influyen en la disminución de la tensión superficial de los líquidos donde se encuentran disueltos. El cambio en la tensión superficial se debe a la presencia de una sustancia activa llamada surfactante, los surfactantes están formados por moléculas relativamente grandes; estas sustancias combinan en una sola molécula un grupo fuertemente hidrofóbico con uno fuertemente hidrofílico, el grupo hidrofóbico es un radical hidrocarburo que contiene de 10 a 20 átomos de carbono en una cadena recta o ligeramente ramificada. El grupo hidrofílico corresponde a la parte polar de la molécula, que puede ser: iónico o no iónico. La parte polar es soluble en agua; mientras que la cadena hidrocarbonada es soluble en aceites o grasas. Por lo que para el tratamiento de las aguas de la PTAR Jaén - Cajamarca no presentaría grandes cambios en su mejoramiento de descontaminación. A comparación en aguas superficiales.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se concluye que a menor dosis de mucílago de *O. ficus - indica* la variación de pH tiende a ser menor hacia la alcalinidad y la remoción de turbiedad es mayor, por lo que la dosis más eficiente es de 100 mg/L.

- Para el sulfato de aluminio a mayor dosis mayor variación del pH tendiendo a la acides y la remoción de la turbiedad es mayor.

- Se determinó que el efecto de la dosificación del mucílago extraído de *O. ficus - indica* en la variación del pH tiende a aumentar en el 3.77% a la alcalinidad y la remoción de la turbidez en un 14.58% en aguas de la PTAR de Jaén, por lo que representa un porcentaje mínimo.

- El efecto de la dosificación del sulfato de aluminio en la variación del pH tiende a disminuir en un 12.67% a la acides y la remoción de la turbidez en un 98.27%.

5.2. RECOMENDACIONES

- En una PTAR se debe cumplir con las 4 fases del tratamiento (pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario y tratamiento terciario).
- En aguas de PTAR se debería utilizar un tratamiento complementario, entre un tratamiento con agentes químicos de la mano con agentes naturales, para la disminución en los efectos nocivos para la salud y la naturaleza, así como un bajo gasto económico.
- Utilizar la *O. ficus - indica* de dos formas la procesada (mucílago) y la no procesada (pulpa fresca) para poder diferenciar los efectos.
- Al momento de poner la pulpa de *O. ficus - indica*, en la estufa debería poner a una temperatura no mayor a 70 °C, porque a altas temperaturas estarían dañando sus propiedades fisicoquímicas.
- Cuando se recolecta los cladodios o pencas de *O. ficus - indica*, se deben recolectar las más gruesas ya que estas presentan mayor cantidad de pulpa y así se podrá obtener mayor mucílago.
- Después de obtener los trozos de pulpa de *O. ficus - indica*, se debe lavar con agua destilada para aislar cualquier agente patógeno.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez Anncalla, N. y Ccahua Ocon, S. T. (2021). Remoción de turbidez usando biocoagulantes "*Echinopsis peruviana* y *O. ficus indica*" en muestras con suelo del Río Tucuiiri, Santo Tomás. [Tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola] <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/80ed0891-38a9-41c4-9d30-db79fd5e5c7f/content>
- Barrenechea Martel, A. (2019). Capítulo 4: Coagulación. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/cuatro.pdf>
- Caceres Duran, L. G. y Castiblanco Molina, L. X. (2020). Evaluación de la *O. ficus - indica* (cactus) como coagulante natural para el tratamiento de agua potable de la empresa Emservilla. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8103/1/6162947-2020-III-IQ.pdf>
- Chambi Huanco, Z. (2018). Tratamiento de aguas residuales de lavanderías por el proceso de coagulación-floculación y adsorción. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/8347>
- Flórez, J. M. C. (5 de octubre 2010). Clarificación de aguas utilizando coagulantes polimerizados: Caso del hidroxiclورو de aluminio. *Dyna*, 78 (165), 18 - 27.
- Fuentes Molina, N., Molina Rodríguez, E. J. y Patricia Ariza, Carla. (2016). Coagulantes naturales en sistemas de flujo continuo, como sustituto del $Al_2(SO_4)_3$ para clarificación de aguas. *Producción+ limpia*, 11 (2), 41 - 54.
- Guardián López, R., y Coto Campos, J. M. (2010). Estudio preliminar del uso de la semilla de tratamiento (*Tamarindus indica*) en la coagulación - floculación de aguas residuales. *Revista Tecnología en Marcha*, 24 (2), 18 - 26.
- Larios Meoño, J. F., Gonzáles Taranco, C., y Morales Olivares, Y. (2015). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Saber y Hacer - Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Ignacio de Loyola*, 2 (2), 10 - 25.
- Olivero Verbel, R. E., Aguas Mendoza, Y. R., Mercado Martínez, I. D., Casas Camargo, D. P. y Montes Gazabón, L. E. (2014). Utilización de Tuna (*O. ficus - indica*) como

coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. *Avances Investigación en Ingeniería*, 11 (1), 70 - 75.

OMS, O. M. *Organización Mundial de la Salud - Agua, Saneamiento y Salud (ASS)*. (25 de octubre de 2020). Obtenido de Organización Mundial de la Salud - Agua, Saneamiento y Salud (ASS).

Ríos Ramos, J., y Quintana Miranda, V. (2004). *Manejo general del cultivo del nopal. Institución de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas - México*. Secretaria de la reforma agraria.

Ruiz Guzmán, G. A. (2021). Eficiencia de la tuna *O. ficus - indica* como biocoagulante para la clarificación del agua de Estero Medina, Parroquia Bellamaría, Provincia El Oro. [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador] <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RUIZ%20GUZMAN%20GERMAN%20ALEXIS.pdf>

Sánchez Martín, J., Beltran Heredia, J., y Gibello Pérez, P. (2011). Adsorbent biopolymers from tannin extracts for water treatment. *Chemical Engineering Journal*, 168 (315), 1241 - 1247.

Secretariado alianza por el agua. (2008). Manual de depuración de aguas residuales urbanas. Monográficos Agua en Centroamérica. SIAR Puno.

Silva Casas, M. N. (2017). *Extracción del mucílago de la penca de tuna y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias*. Lima [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://core.ac.uk/download/pdf/323351458.pdf>

Villabona Ortiz, Á., Paz Astudillo, I. C., y Martínez García, J. (2013). Caracterización de la *O. ficus - indica* para su uso como coagulante natural. *Colombia Biotecnología*, 15 (1), 137 - 144. <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v15n1/v15n1a14.pdf>

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a nuestros padres por su apoyo y motivación, a seguir luchando para alcanzar nuestros sueños.

A nuestros asesores por la guía y la ayuda constante, al Ingeniero Santos Clemente Herrera Díaz y el Biólogo Alexander Huamán Mera

Al Ingeniero Químico Antonio Soto Delgado un agradecimiento especial por la orientación y aclaraciones de ideas.

A la Bióloga – Botánica M. Sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen, por su ayuda en el reconocimiento de la especie.

A la Universidad Nacional de Jaén, Facultad de Ingeniería Forestal y Ambiental, por permitirnos trabajar en el laboratorio de IFA y a la Señorita Irene, encargada de dicho laboratorio.

A la EPS Marañón, por permitirnos trabajar en su laboratorio, a los Ingenieros Ney Sáname Encargado de la PTAP y Jampool encargado del laboratorio.

A todos nuestros compañeros que nos apoyaron para que esta investigación se lleve a cabo.

DEDICATORIA

En primer lugar, a mis padres por desearme siempre lo mejor y apoyarme para lograr cada uno de mis sueños.

A mis abuelitos por todo el apoyo incondicional que me brindan.

A mis hermanos y a mi sobrina que me motivan a seguir adelante para lograr cada uno de mis sueños.

ROYSSER MARLEX TINEO VILLALOBOS

En primer lugar, a dios mi padre celestial, a mi madre por todo el apoyo incondicional y la motivación que cada día me brinda.

A mi hijo, mi angelito que desde el cielo me ilumina, guía y acompaña en cada paso que doy.

A mi abuelita, mis hermanos y mi sobrino que me motivan a seguir adelante, y no me dejan rendirme.

LIRING DAILY MONDRAGÓN ARAUJO

ANEXOS

Tabla 10

Resultados porcentuales de pH de los seis tratamientos en las cuatro repeticiones

Repetición	Tratamiento					
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R₁	1.12	2.79	3.77	4.89	6.70	12.29
R₂	0.97	1.81	3.06	5.57	6.55	12.67
R₃	1.40	1.66	2.68	4.47	6.51	11.62
R₄	0.77	1.40	2.04	4.62	7.05	12.56
Media	1.07	1.92	2.89	4.89	6.70	12.29

Nota. Datos de la variación de pH en los seis tratamientos en las cuatro repeticiones, donde los T₁, T₂ y T₃ son los tratamientos con *O. ficus – indica* donde aumenta a la alcalinidad y T₄, T₅ y T₆ son los tratamientos con sulfato de aluminio donde disminuye a la acides, con dosis de 100, 150 y 200 mg/l, respectivamente.

Tabla 11

Resultados porcentuales de turbiedad de los seis tratamientos en las cuatro repeticiones

Repetición	Tratamiento					
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
R₁	14.58	10.79	6.58	97.26	97.40	97.61
R₂	13.61	10.41	6.62	97.38	97.39	97.46
R₃	12.61	5.70	4.03	96.89	97.00	97.23
R₄	12.89	10.04	5.65	97.52	97.79	98.27
Media	13.42	9.23	5.72	97.26	97.40	97.64

Nota. Datos de la disminución de la turbiedad en los seis tratamientos en las cuatro repeticiones, donde los T₁, T₂ y T₃ son los tratamientos con *O. ficus – indica* y T₄, T₅ y T₆ son los tratamientos con sulfato de aluminio con dosis de 100, 150 y 200 mg/l, respectivamente.

Figura 6

Constancia de identificación Taxonómica

CONSTANCIA DE IDENTIFICACIÓN TAXONÓMICA

La que suscribe Yuriko Sumiyo Murillo Domen de profesión Biólogo – Botánico, hago constar lo siguiente:

Que los tesisas de la Universidad Nacional de Jaén, Bach. Roysser Marlex Tineo Villalobos y Bach. Liring Daily Mondragón Araujo, identificados con DNI N° 73949977 y N° 72159579 respectivamente; solicitaron la determinación de muestras de Tuna en el marco del proyecto de investigación denominada "Efecto de la dosificación del mucílago extraído de la tuna (*Opuntia ficus - indica* (L.) Mill.) en la variación del pH y la remoción de la turbidez en aguas de la PTAR Jaén - Cajamarca", las cuales fueron debidamente recolectadas y codificadas.

Revisada las características de la muestra se determinó que la especie corresponde a *Opuntia ficus – indica* (L.) Mill.

Se expide a solicitud de los interesados para fines que se estime por conveniente.

Jaén, 26 de septiembre del 2019



M. Sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen

Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Certificado para la extracción de las aguas de la PTAR de Jaén

"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"



SOLICITO: ACCESO A LA PTAR DE LA EPS MARAÑÓN S.A.

Sra: Ing. María Rosa Meneses Mostajo
Gerente General de la EPS Marañón S.A.

ATENCIÓN GERENCIA DE OPERACIONES DE LA EPS MARAÑÓN S.A.

Nosotros, Liring Daily Mondragón Araujo y Roysser Marlex Tineo Villalobos, tesistas y egresados de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental – UNJ, identificados con DNI N°: 721595795 y DNI N°: 73949977, con domicilios en la calle: Cruz de Motupe N° 175 y María Parado de Bellido N° 458 de esta ciudad, respectivamente, ante usted nos presentamos y exponemos:

Que, habiendo sido aprobado el proyecto de investigación denominado **Efecto de la dosificación del mucilago extraído de la tuna (*Opuntia ficus - indica* (L.) Mill.) en la variación del pH y la remoción de la turbidez en aguas de la PTAR Jaén – Cajamarca**, mediante Resolución N° 059-2019-UNJ-VPA-COORD-IFA, de fecha 27 de agosto de 2019, de la cual, somos responsables de su ejecución. Recurrimos a su digno cargo para solicitarle el Acceso a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la EPS Marañón, el día 25 de noviembre del presente, a fin de que se nos permita extraer 20 litros de muestra de las aguas de dicha PTAR y a la vez poder desarrollar satisfactoriamente la ejecución del proyecto de investigación en mención, el cual nos permitirá obtener nuestro título profesional.

POR TANTO:

Solicitamos a usted señora Gerente General, acceder a nuestra solicitud por ser de justicia.

Jaén, 22 de noviembre de 2019


Bach. Liring Daily Mondragón Araujo
Tesista UNJ


Bach. Roysser Marlex Tineo Villalobos
Tesista UNJ

Fuente: Elaboración propia

Figura 8

Identificación de la PTAR Jaén - Cajamarca

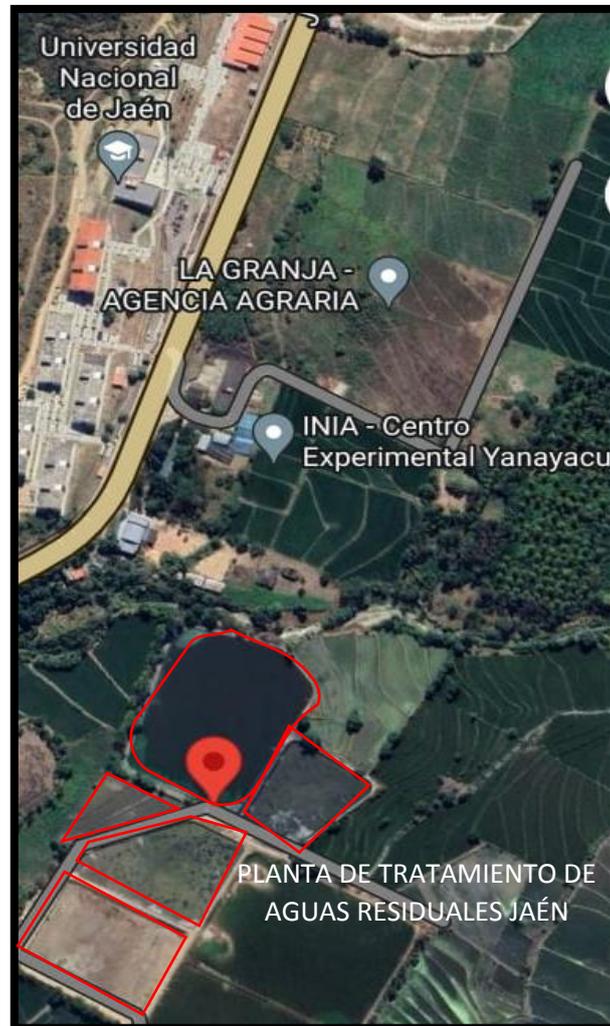


Figura 9

Distribución de pozas en la PTAR Jaén - Cajamarca



Figura 10

Punto de donde se obtuvo las muestras de la desembocadura de poza 4 de la PTAR Jaén - Cajamarca



Figura 11

*Individuo de **O. ficus - indica***



Figura 12

*Recolección de los cladodios de la **O. ficus - indica***



Figura 13

*Lavado de los cladodios de la **O. ficus - indica** con agua potable*



Figura 14

*Retiro de cutícula de los cladodios de la **O. ficus - indica***



Figura 15

*Pulpa de cada cladodio de **O. ficus - indica***



Figura 16

Esterilizar todos los materiales a utilizar en la estufa



Figura 17

*Picado de la pulpa de la **O. ficus - indica***



Figura 18

*Lavado de los trozos de pulpa de **O. ficus - indica** con agua potable*



Figura 19

*Lavado de los trozos de **O. ficus - indica** con agua destilada*



Figura 20

*Disposición de los trozos de **O. ficus - indica** en las placas Petri*



Figura 21

Ingreso de las placas Petri a la estufa



Figura 22

*Proceso de secado de **O. ficus - indica** en la estufa*

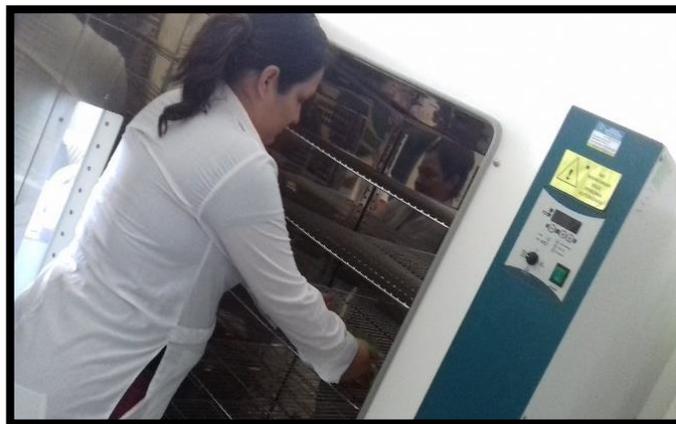


Figura 23

Extracción de las placas Petri con la pulpa seca de la estufa



Figura 24

*Trituración de *O. ficus - indica* después de ser extraídas de la estufa*



Figura 25

Muestras trituradas



Figura 26

*Resultado después de la trituración de *O. ficus - indica**



Figura 27

Tamización de muestras



Figura 28

Tamiz de 0.45 mm



Figura 29

*Obtención del mucílago coagulante - floculante natural de **O. ficus - indica***



Figura 30

Extracción de agua de la desembocadura de la PTAR (salida de la poza 4) para los tratamientos



Figura 31

*Peso de la primera dosis (100 mg) del mucílago de **O. ficus - indica***



Figura 32

*Peso de la segunda dosis 150 mg del mucílago obtenido de **O. ficus - indica***



Figura 33

*Peso de la tercera dosis 200 mg del mucílago obtenido de **O. ficus - indica***



Figura 34

Preparación de las muestras para colocar en el test de jarras



Figura 35

Toma del pH inicial del tratamiento de la primera repetición



Figura 36

Toma de la turbidez inicial en la primera repetición del tratamiento



Figura 37

Test de jarras

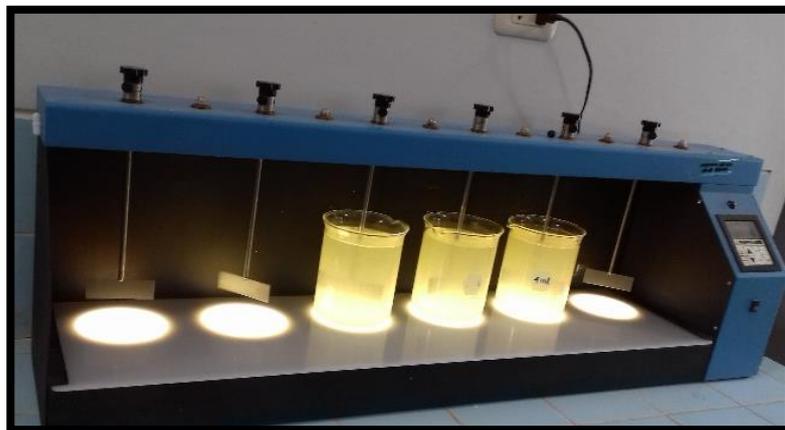


Figura 38

Tratamiento de aguas de la PTAR con el tratamiento control (sulfato de aluminio)

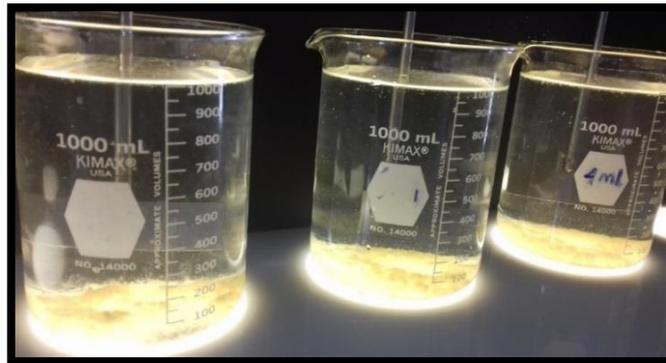


Figura 39

Toma de datos del pH en el tratamiento con el tratamiento control (sulfato de aluminio)



Figura 40

Tratamiento con aguas de la PTAR (repetición 1) en el test de jarras para el proceso coagulación – floculación y posterior sedimentación

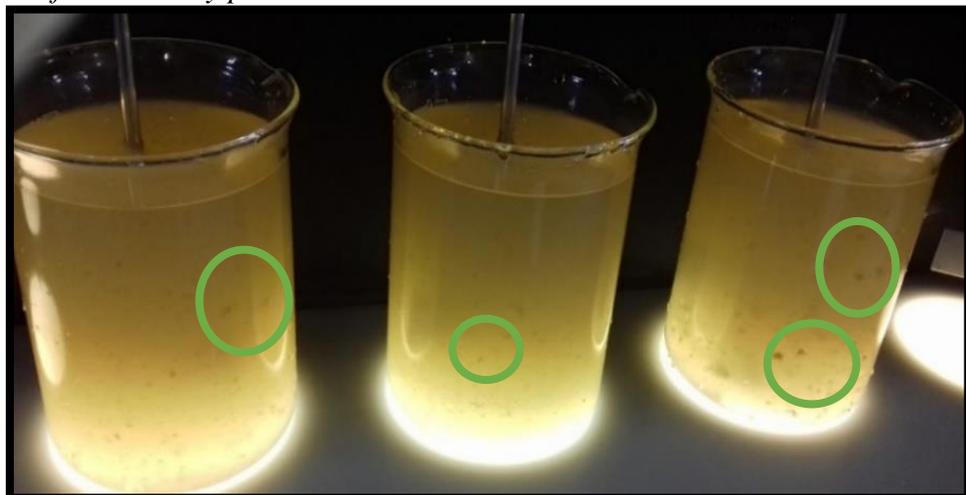


Figura 41

Tratamiento con aguas de la PTAR (repetición 2) en el test de jarras para el proceso de coagulación - floculación



Figura 42

Tratamiento con aguas de la PTAR (repetición 3) en el test de jarras para el proceso de coagulación - floculación

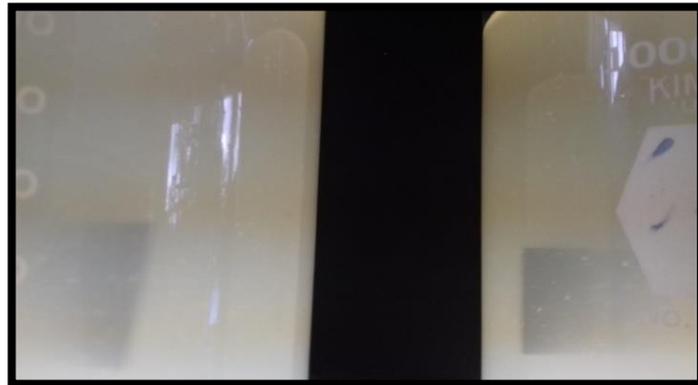


Figura 43

pH del tratamiento de la primera repetición con 100 mg del mucílago



Figura 44

pH del tratamiento de la primera repetición con 150 mg del mucílago



Figura 45

pH del tratamiento de la primera repetición con 200 mg del mucílago



Figura 46

Tratamientos que se presenta en una PTAR

PRETRATAMIENTO	TRATAMIENTO PRIMARIO	TRATAMIENTO SECUNDARIO	TRATAMIENTO TERCIARIO
Objetivo Eliminación de objetos gruesos, arenas y grasas	Objetivo Eliminación de materia sedimentable y flotante	Objetivo Eliminación de materia orgánica disuelta o coloidal	Objetivo Eliminación de sólidos en suspensión, materia orgánica residual, nutrientes y patógenos
Operaciones básicas - Desbaste - Tamizado - Desarenado - Desengrasado	Operaciones básicas - Decantación primaria - Tratamientos fisico-químicos (coagulación-floculación)	Procesos básicos - Degradación bacteriana - Decantación secundaria	Procesos básicos - Floculación - Filtración - Eliminación de N y P - Desinfección
Procesos físicos	Procesos físicos y químicos	Procesos biológicos	Procesos físicos, químicos y biológicos

Nota. Adaptado de “Manual de depuración de aguas residuales urbanas” (p. 27), por secretariado alianza por el agua, monográficos agua en Centroamérica, 3.