



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

Aplicación de sulfato de aluminio y tuna (*Opuntia ficus-indica*) para la remoción de materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal Tumán 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

Br. Córdova Merino, Erick André (ORCID: 0000-0003-0523-8707)

**ASESOR:**

DR. John William Caján Alcántara (ORCID: 0000-0003-2509-9927)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales.

**CHICLAYO-PERÚ**

2019

## **Dedicatoria**

Primeramente, a Dios, por inspirarme y darme fuerza para continuar en este proceso de lograr uno de mis anhelos deseados. A mi familia, por su trabajo, amor y apoyo en todos estos años, gracias a ustedes he cumplido mis objetivos.

Agradezco a mis padres los cuales los amo con todo mi corazón, por darme su amor y apoyo incondicional también a mis docentes y amigos por motivarme a seguir adelante a través de su apoyo brindado.

ERICK

## **Agradecimiento**

Agradecer a Dios por bendecirme, acompañarme en los momentos más difíciles y haberme guiado en mi vida para tomar las mejores decisiones las cuales me están permitiendo concluir satisfactoriamente esta etapa de mi vida.

AUTOR



**ACTA DE SUSTENTACIÓN**

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 15.00 horas del día, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 0929-2019/UCV-CH, de fecha 14 de junio del 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación del Trabajo de Investigación titulado: **“Aplicación de sulfato de aluminio y tuna (Opuntia ficus-indica) para la remoción de materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal Tumán 2018”**, presentado por el (la) Bachiller:

CÓRDOVA MERINO, ERICK ANDRÉ, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

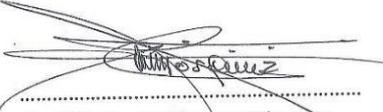
- PRESIDENTE : Mgr. José Modesto Vásquez Vásquez  
SECRETARIO (A) : Dr. José Elías Ponce Ayala  
VOCAL : Dr. John William Cajan Alcántara

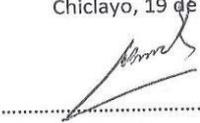
Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

**APROBADO POR UNANIMIDAD.**

Siendo las 15.00 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 19 de junio del 2019

  
.....  
José Modesto Vásquez Vásquez  
Presidente

  
.....  
José Elías Ponce Ayala  
Secretario

  
.....  
John William Cajan Alcántara  
Vocal



## Declaratoria de Autenticidad

### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **ERICK ANDRÉ CÓRDOVA MERINO** con DNI N°48696763, a efecto de cumplir con los criterios de evaluación de la experiencia curricular de Desarrollo del proyecto de investigación, declaro bajo juramento que toda la documentación que incorporo es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente investigación son auténticos y veraces.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada; por lo cual, me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 21 de junio del 2019.

  
\_\_\_\_\_  
Erick André Córdova Merino.

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del Jurado .....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice.....	vi
RESUMEN .....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad problemática .....	2
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	8
1.3.1. El agua.....	8
1.3.2. Tipos de aguas Residuales .....	9
1.3.3. Parámetros para caracterizar aguas residuales.....	10
1.3.4. Parámetros de la calidad de agua residual.....	12
1.3.5. Efecto de polución por aguas residuales .....	13
1.3.6. Contaminación por residuos sólidos en los camales municipales.....	13
1.3.7. Tipos de Tratamientos .....	14
1.3.8. La tuna (Opuntia ficus - indica).....	18
1.3.9. Características morfológicas de la planta .....	19
1.4. Formulación del problema.....	26
1.5. Justificación del estudio.....	26
1.6. Hipótesis .....	27
1.7. Objetivos .....	27
II. MÉTODO .....	29
2.1. Diseño De Investigación.....	29

2.2. Variables, operacionalización .....	29
2.3. Población y muestra .....	32
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad .....	32
2.5. Validez y confiabilidad .....	33
2.6. Métodos de Análisis de datos.....	33
2.7. Aspectos Éticos .....	33
III. RESULTADOS .....	34
3.1. Análisis fisicoquímicos del agua residual del camal.....	34
3.2. Rendimientos.....	34
3.3. Análisis fisicoquímicos del agua tratada de camal.....	37
IV. DISCUSIONES .....	47
V. CONCLUSIONES .....	49
VI. RECOMENDACIONES .....	50
VII. REFERENCIAS .....	51
ANEXOS .....	57
Resultados de análisis físico químicos laboratorio de biotecnología y microbiología.....	65
Matriz de consistencia .....	68
Acta de aprobación de originalidad de tesis.....	70
Autorización de publicación de tesis en el repositorio institucional UCV .....	71
Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Contaminación de aguas residuales .....	13
Tabla 2. Composición química de la <i>Opuntia ficus indica</i> .....	20
Tabla 3. Composición química de la penca de <i>Opuntia ficus indica</i> .....	21
Tabla 4. Principales compuestos del mucilago .....	24
Tabla 7. Análisis fisicoquímicos del agua residual .....	34
Tabla 8. Resultados de turbidez .....	37
Tabla 9. Resultados de DQO .....	40
Tabla 10. Resultados de tratamientos .....	42
Tabla 11. pH del agua .....	42
Tabla 12. Resultados de oxígeno disuelto .....	43
Tabla 13. Resultados de DBO .....	44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rendimiento de Tuna ( <i>Opuntia ficus indica</i> ) .....	35
Figura 2. Rendimiento de mucílago de <i>Opuntia ficus indica</i> .....	36
Figura 3. Promedio de tratamientos .....	38
Figura 4. % de remoción de turbiedad. ....	39
Figura 5. Promedio de tratamientos .....	40
Figura 6. % Remoción Demanda Química de Oxígeno .....	41
Figura 7. Promedio de tratamientos .....	44
Figura 8. Promedio de tratamientos DBO .....	45
Figura 9. % Remoción Demanda Biológica de Oxígeno.....	46

## RESUMEN

La presente tesis titulada “APLICACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO Y TUNA (*Opuntia ficus-indica*) PARA LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGANICA Y TURBIDEZ DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL TUMÁN 2018” tiene por finalidad aplicar múltiples tratamientos para la minimización de los niveles de contaminación de las aguas residuales del camal municipal de Tumán, El principal objetivo es demostrar que a partir de la aplicación de sulfato de aluminio y tuna (*Opuntia ficus-indica*) se reducirá el nivel de contaminación de las aguas residuales. La investigación es de tipo aplicada ya que se llevó a cabo la aplicación de tratamientos en el laboratorio de la universidad César Vallejo-Chiclayo mediante estos tratamientos se mejora la calidad del recurso hídrico, se usó un diseño pre experimental.

Los resultados obtenidos: Se aplicó el sulfato de aluminio en cantidades de 40ml/l en todos los tratamientos y repeticiones junto con el mucilago del Tuna (*Opuntia ficus indica*) que se aplicó en cantidades de 20ml/l, 30ml/l, 40ml/l. Los tratamientos se realizaron mediante la prueba de jarras donde se obtuvo remociones de materia orgánica de 7,44% hasta 53,12% que fue la más eficiente y remociones de turbidez de 53.84% hasta 77.0%.

Palabras claves: remoción, materia orgánica, turbidez, coagulante, mucilago.

## ABSTRACT

This thesis entitled “APPLICATION OF ALUMINUM AND TUNA SULFATE (*Opuntia ficus-indica*) FOR THE REMOVAL OF ORGANIC MATTER AND TURBIDITY OF THE RESIDUAL WATERS OF THE TUNAN MUNICIPAL CHANNEL 2018” aims to apply multiple treatments to minimize the levels of contamination of the Wastewater from the municipal road of Tumán, The main objective is to demonstrate that from the application of aluminum sulfate and prickly pear (*Opuntia ficus-indica*) the level of contamination of wastewater will be reduced. The type of research is applied since the application of treatments in the laboratory of the César Vallejo-Chiclayo University was carried out through these treatments the quality of the water resource is improved, a pre-experimental design was used.

The results obtained: Aluminum sulfate was applied in quantities of 40ml / l in all treatments and repetitions together with the nopal mucilage (*Opuntia ficus-indica*) that was applied in amounts of 20ml / l, 30ml / l, 40ml / l. The treatments were carried out through the jar test where organic matter removals of 7.44% to 53.12% were obtained, which was the most efficient and turbidity removals of 53.84% to 77.0%.

Keywords: removal, organic matter, turbidity, coagulant, mucilage.

## **I. INTRODUCCIÓN**

La polución ambiental, es una complicación que se ocasiona por las diversas diligencias que los individuos realizan a diario como el vertimiento de aguas residuales sin recibir ningún tipo de método para reducir los rangos de contaminación, esto afecta a la flora y fauna y al hombre ocasionando impactos negativos en cada uno de estos.

Al vertimiento de aguas residuales no tratadas se le atribuye como el responsable de múltiples malestares y complicaciones de salud que padecen las personas. Ya que la descarga del recurso hídrico residual genera la contaminación de otras aguas, los seres bióticos como los peces y otras especies mueren, perjudicando indirectamente a la salud del ser humano. Las aguas residuales contienen elevada materia orgánica, componentes de fosforo y nitrógeno, aceites y grasas, patógenos, metales pesados y otros productos químicos tóxicos dependiendo de la fuente que lo origine, diversos estudios mencionan que al verterse las aguas residuales en los ríos y océanos son una preocupación debido que ocasiona una elevada contaminación ambiental.

Hoy en día se están empleando los coagulantes naturales en la purificación de agua ya que son amigables con el ambiente y se ha demostrado que permite mejorar la calidad de esta, de esta manera se minimiza el uso de coagulantes químicos.

## **1.1. Realidad problemática**

La Unesco (2017) refiere que, ante la necesidad mundial del recurso hídrico, los derramamientos de aguas residuales producidas y el grado de contaminación que estas presentan, se hallan en constante incremento en el planeta tierra (p.16).

Según las investigaciones encontradas podemos mencionar que las aguas residuales en el mundo están contaminadas por las diversas labores que el ser humano ejecuta constantemente. Asimismo, la Unesco (2017) manifiesta que a mayoría de las actividades humanas generan aguas residuales, y más del 80% de estas en el mundo se liberan en el ambiente sin tratamiento.

Por su parte la OEFA (2014) menciona que ha prevalecido las operaciones de inspección ambiental en la administración de los recursos hídricos residuales en todo el país, contexto que implica especialmente a las administraciones locales (distritales y provinciales) con competencia en esta materia, por la problemática ambiental formada por la regular calidad de los servicios y en la cobertura de dirección de aguas residuales en el país. Un importante problema en la gestión de aguas residuales es el escaso abastecimiento del servicio de alcantarillado. Así, 50 compañías (EPS) tratan solo el 69.6% de la zona urbana en el Perú. Además, al tratar estas aguas evitamos la generación de focos contagiosos que perturben el ambiente donde se vive y la contaminación de los ecosistemas. Por el territorio peruano pasan a diario por los puntos de alcantarillado 2.2 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales de estas solo al 32% se le da un tratamiento antes de ser esparcido a los cuerpos de agua natural.

Según el Diario la Republica (2013) describe que las zonas marino costeras del mar Lambayecano vienen siendo atiborradas por 45 fuentes contaminantes que vierten de manera directa e indirecta aguas no tratadas, originando un impacto negativo en el ecosistema marino, así lo confirmó el jefe de la Administración Local del Agua.

Asimismo, Gil (2013) detallo que de acuerdo al resultado de las investigaciones los vertimientos son: 17 de origen industrial aquí encontramos empresas procesadoras de pescado, alcoholeras, etc., 13 de origen municipal, entre ellos los camales. Además de 12 vertimientos a drenes provenientes de uso domésticos y finalmente tres vertimientos de botaderos de residuos sólidos”, los mismos que desembocan en el mar a través de cuatro drenes.

## 1.2. Trabajos Previos

### A Nivel Internacional

Morejón en Ecuador (2017) realizó un trabajo de investigación titulado “Utilización del mucílago de tuna (*Opuntia ficus-indica*) en el mejoramiento de la calidad del agua de uso humano, en la asociación de Pusir Grande, provincia del Carchi”. El objetivo general de dicha investigación es optimizar la condición del recurso hídrico para empleo humano usando mucílago de Nopal (*Opuntia ficus-indica*) en la sociedad de Pusir Grande, Jurisdicción del Carchi. El factor en estudio de esta investigación fueron las concentraciones del mucílago del nopal al: a. 0%, b. 25%, c. 50%, d. 75% y e. 100% con cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos después de cada tratamiento ejecutado se llegaron a comparar con parámetros dados por la Norma Técnica de Ecuador (NTE INEN1108, 2011), teniendo: turbiedad (5.89 UNT), dureza (63.52 mg/L), color (15,50 UTC unidades de color Pt-Co), sólidos disueltos totales (85 mg/L) y potencial de hidrógeno (6.93). Además se recomienda manipular la relación 75% de agua a tratar, 25% de mucílago de tuna, para estabilizar, aclarar y mejorar el agua cruda utilizada para potabilizar y distribuir el agua a la comunidad de Pusir Grande.

Según Caldera et al (2011) en su publicación en la revista “Eficiencia del sulfato de aluminio durante el tratamiento de aguas residuales de una industria avícola” donde se plantean como objetivo evaluar la eficacia del sulfato de aluminio como coagulante mientras se da la purificación del agua de la industria avícola en la cual concluye que el coagulante en este caso el sulfato de aluminio (SA) en el transcurso del tratamiento de los fluidos residuales de la industria avícola removi6 valores de DQO, A y G, SST, SSV, color y turbidez entre 80% a 87%, 63% a 75%, 91% a 96%, 93% a 96%, 88% a 98% y 83% a 96%, respectivamente. La mejor concentración de SA fue 300 mg/L para la cual se consiguieron remociones de A y G, DQO, SST y SSV superiores al 74%.

Fl6rez et al (2016) en su publicación en la (Revista Internacional de Investigaci6n y Docencia) titulada “Remoci6n de materia org6nica total en aguas residuales municipales a partir de m6todos de coagulaci6n-floculaci6n”, su objetivo fue Analizar la eficiencia de Cloruro F6rrico y Sulfato de Aluminio como floculante-Coagulante en la expuls6n de material org6nico en agua residual. Obtuvo como resultados que las dosis m6s eficientes para los diversos tratamientos fueron entre 30 a 40mg/l, por lo

tanto, esta fue la dosis eficiente en dicho intervalo. La dosis recomendable para el sulfato de aluminio y cloruro férrico 35mg/l 34mg/l respectivamente.

Villabona et al (2013) publicó en una revista un artículo denominado “Determinación de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural”. Su objetivo es de establecer los componentes incorporados a su potencial de coagulación para eliminar la de turbidez y color en recursos hídricos crudos. El beneficio del crecimiento global es de 65 gramos de coagulante vegetal/Kg. Los diferentes resultados demuestran que la penca posee elevado porcentaje de humedad y pequeñas proporciones de flavonoides, saponinas, sales minerales de (Ca), hierro, a lo cual se concluye que estas sales y productos no tienen responsabilidad del potencial coagulante, esta se debe a que se encuentra en cantidades mínimas. Además, asume el potencial de revolver 50 por ciento del color y el 70 por ciento de turbidez de aguas crudas con elevada turbidez inicial y no perturba elevadamente su potencial de hidrógeno.

Según Contreras (2015), en su investigación “El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural suplementario en la clarificación del agua”, utiliza el nopal como coagulante natural, planteándose como finalidad calcular el potencial del mucilago obtenido de la tuna para utilizar como coadyuvante del  $Al_2(SO_4)_3$  en el procedimiento del tratamiento para aclarar el Recurso hídrico del Río Magdalena en Sucre, la clarificación se llevó a cabo mediante la prueba de jarras, aplicando 2 dosis de 35 y 40 mg/L a velocidad de 100 y 200 revoluciones por minuto empleando 2 tiempos de movimiento de 20 y 30 minutos, se tuvo como prioridad el Potencial de Hidrógeno, la fracción y dosis del coagulante y la rapidez a la que se revolverá la muestra; de esta manera se estableció una eficacia superior al 50 por ciento, siendo las dosis más eficaces del 96 al 98% de coagulante de tuna.

Alcázar en Bolivia (2015) realizó su investigación “Aplicación de un coagulante natural conseguido a partir de la penca de tuna (*Opuntia ficus indica*) para la mejora de la calidad en aguas de consumo en el pueblo de Achocalla”, cuyo objetivo es optimizar la condición del agua natural de consumo en el pueblo Achocalla, mediante la concentración de un coagulante natural extraído de la penca de Nopal como una opción de un tratamiento alternativo convencional. La metodología empleada fue primeramente de la recolección de 10 pencas de la materia prima, seguido de limpieza

y pelado. Posteriormente se procedió al cortado de la penca con una medida de 1cm de ancho, 1cm de espesor por 6cm de largo, después se llevó al secado durante 48 horas a una temperatura de 60°C y luego se procede a moler y después se extrae el coagulante donde el polvo fino que se obtuvo se sometió a un proceso sólido – líquido, mediante extracción Soxhlet durante 4 horas, se empleó etanol al 96 % como solvente y luego se lleva al secado y pulverizado. Se llegó a concluir que la producción de coagulante en polvo extraído de la penca de nopal (*Opuntia ficus-indica*) logró una satisfactoria de remoción promedio del 93.15 % a 90.82 %.

### **A Nivel Nacional**

Oré (2014) en su tesis “Predominio del sulfato de aluminio y pH en la remoción de la materia orgánica para el tratamiento del agua residual del camal municipal de Chupaca” se trazó como finalidad, determinar la acción del  $Al_2(SO_4)_3$  y el potencial de hidrogeno en las disminuciones de la materia orgánica en los distintos tratamientos del recurso hídrico residual del centro de sacrificio municipal de Chupaca donde concluye que la acción del potencial de hidrógeno y el  $Al_2(SO_4)_3$  en la minimización de materia orgánica en el tratamiento del fluido residual del centro de sacrificio municipal de Chupaca, los resultados emanados por la evaluación de varianza P-valoré  $< 0.05$ , se obtuvo como valor p-valoré=1.5625E25, por tanto el potencial de hidrógeno y  $Al_3^{+}$  si influye, consiguiendo un pH de 8 , una disminución máxima de DQO 523 mg/L, la cual equivale al 64.47% y una dosis de 5 g/L de  $Al_2(SO_4)_3$ .

Alcarraz et al (2010) escribe un artículo en la Facultad de Farmacia y Bioquímica UNMSM titulada “Eficacia de coagulantes en el tratamiento primario de efluentes de procesadora de frutas”. Su objetivo fue analizar la actividad de 2 coagulantes en la disminución del contaminante del efluente de la industria procesadora de frutas concluyéndose que el coagulante con alta eficiencia para la disminución de la materia orgánica del efluente de la procesadoras de frutas (*Mangifera indica*) es el polycat CS5460 pero sin embargo se puede estacar que los 2 coagulantes experimentados minimizaron la materia orgánica hasta obtener resultados que cumplen con los límites permitidos para la salida de efluentes. Las cantidades de extracción de materia orgánica utilizando polycat CS-5460 representa el 98.10% para turbidez, 96.58% DBO y para el proceso de Al es de 93.87 para la DBO y 96.78% para la turbidez.

Chalco (2016) en su tesis titulada “Determinación de la eficacia del almidón de papa (*Solanum tuberosum*) como coadyuvante de coagulación del sulfato de Aluminio en la disminución de turbiedad del agua del río Caplina”. Su objetivo fue evaluar la eficacia del almidón de papa (*Solanum Tuberosum*) , como coadyuvante de coagulación del  $Al_2(SO_4)_3$  en la minimización de turbiedad del recurso hídrico del río Caplina concluye que posterior a la realización de la prueba de jarras, se obtuvo las dosis óptimas, para el recurso hídrico con turbiedad de 900 NTU la dosis eficaz es 140 mg/L de  $Al_2(SO_4)_3$  y 7 mg/L de almidón de papa y para el recurso hídrico con turbiedad de 70 NTU, la dosis eficiente es de almidón de papa (12 mg/L) y de sulfato de aluminio (40 mg/L) , además que la mejor minimización de turbidez se dio en el agua con 70 NTU, empleando la dosis de 8 mg/L de almidón de papa ,y 140 mg/L sulfato de aluminio y, lográndose 5,92 NTU de turbiedad final.

Torres (2017) en su tesis titulada “Análisis del coagulante natural *opuntia ficus* con fines de implementación de una planta potabilizadora de agua en Chalhuanca, Apurímac, 2016”, cuyo objetivo de la investigación es optimizar la disposición del recurso hídrico efectuando una empresa potabilizadora donde se use el coagulante natural del Nopal (*opuntia ficus indica*). Se utilizó un tipo de diseño no experimental, ya que labora con hechos acontecidos de la realidad y se llegó a determinar que la eficacia del Nopal (*opuntia ficus indica*) como colaborador de la coagulación de las siguientes maneras para agua de 84 unidades nefelométricas de turbidez y 41UC la dosificación adecuada es de 20mg/l de  $Al_2(SO_4)_3$  tipo A y 4 mg/l de Nopal (*opuntia ficus-indica*) logrando un numero de turbiedad de 8 unidades nefelométricas de turbidez y 14 UC de color muy próximo a los límites máximos permisibles según la normatividad de calidad del recurso hídrico para uso de las personas, con rango de potencial de hidrógeno adecuado.

Apaza (2013) realizo una investigación denominada “Tratamiento ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas destinadas al riego de cultivos en Arequipa”, especificando como finalidad general delinear, edificar y analizar el sistema de proceso ecológico como alternativa sostenible para purificar el agua contaminada predestinada al riego de cultivos utilizando las pencas de Nopal. Para la obtención se utilizó como elemento fundamental a las pencas de nopal, para lo que primeramente se efectuó la recaudación de las pencas, estas se lavaron con agua del caño. Consecutivamente, se descartó las espinas, y se efectuó otra vez el lavado

con agua. Para la obtención del extracto acuoso se retiró la cutícula externa de la corteza, almacenando únicamente la médula, la cual fue mutilada en diminutos pedazos de diferentes pesos: (50, 100, 150, 200, 300 y 400 gramos), a estos se les machaco en recipientes de precipitación de 500 ml., roseándole agua destilada por un día para beneficiar la extracción. Se llegó a concluir que el nopal resaltó ser un eficaz floculante-coagulante, descubriéndose la dosis recomendable con concentración de 80 %, cumpliéndose minimizar la turbiedad hasta el valor de 18.34%, y un potencial de hidrogeno de de 7.1, lo cual es propicio, ya que otros contaminantes se conseguirán purificar a través de un filtro.

Molano (2016) en su tesis titulado “Tratamiento de efluentes de la industria alimentaria por coagulación-Floculación utilizando almidón de *Solanum tuberosum* L. ‘papa’ como alternativa al manejo convencional” se concluye que los indicadores eficaces en la prueba de jarras utilizando insumos para dar un tratamiento al agua como la floculación donde se usó almidón gelatinoso en porcentaje de 0.3% con una dosis de 450mg/l a una velocidad de 40 revoluciones por minuto por un tiempo de veinte minutos luego con un periodo de sedimentación de quince minutos , como coagulante se usó sulfato de aluminio en un porcentaje de 1,5%, con dosis de 255mg/l con una velocidad de 210 revoluciones por minuto por un minuto, logrando así una minimización de la Demanda Química de Oxígeno del 65.60%, este prototipo es de un efluente no domestico de la industria alimenticia la cual posee 1814 mg/l de Demanda Química de Oxígeno luego de aplicar el tratamiento el valor final fue 624mg/l de la Demanda Química de Oxígeno, de esta manera cumple con la VMA para su salida al alcantarillado.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. El agua**

Sierra (2011) explica que este elemento químico está formado por 1 átomos de oxígeno y 2 de hidrogeno y puede estar en tres estados; gas (vapor), solido (hielo) y líquido.

#### **Propiedades del agua**

Sierra (2011) menciona que las propiedades del agua son las características como la densidad, viscosidad, calor especifico; tensión superficial.

#### **Calidad del agua:**

Estudios de sierra (2011) menciona que los cuerpos del recurso hídrico se determinan evaluando básicamente tres características, sus peculiaridades fisicoquímicas, biológica y su hidrología, para llevar a cabo una experimentación y estimación completa de la calidad de agua, es obligatorio monitorear estos tres componentes.

#### **Importancia del agua:**

Sierra (2011) especifica al agua como un componente fundamental para la vida sin esta el individuo no podría vivir, y los cuerpos del recurso hídrico, disponible en menor o mayor cantidad, se han contaminado progresivamente y ocasionaron varias epidemias que eliminaron en la antigüedad a ciudades completas.

#### **Contaminantes de aguas superficiales**

#### **Categorías**

Según Mackenzie et al. (2005) expresa que las aguas negras domésticas y desechos industriales se llaman:

A. Fuentes puntuales (Localizadas o puntiformes): ya que en frecuente se recogen mediante una red de tubos o canales y se transportan hasta un solo punto de descarga en el agua receptora. En general, la contaminación de fuente puntual se puede reducir o eliminar mediante la minimización de los desechos y con un tratamiento adecuado del agua de desecho, antes de descargarla a un cuerpo natural de agua.

B. Fuentes No Puntuales: Son los escurrimientos agrícolas y urbanos se determinan mediante diferentes puntos de vertidos y se les conoce como fuentes no puntuales. Con regularidad el recurso hídrico es conducido sobre la superficie del suelo o en drenajes naturales y canales extensos llegando a cuerpos de agua de agua cercanos.

### **Aguas residuales**

Estudios realizados por la OEFA (2014) especifica que las aguas servidas son aquellas que sus características se han modificado por actividades de individuos y que por su mala condición se le debe aplicar un tratamiento antes de ser depositada hacia un cuerpo natural.

### **Características de las aguas residuales.**

García et al (2011) indica que las aguas servidas se determinan por las características químicas, biológicas y físicas, estableciéndose una relación entre los parámetros que la componen.

Marín (2013) señala que el recurso hídrico residual es un elemento líquido de color gris, turbio el cual su olor no es ofensivo y se ve sólidos flotantes grandes (papeles, desperdicios de cocina, materia fecal) y sólidos dispersos pequeños.

### **1.3.2. Tipos de aguas Residuales**

#### **Domesticas**

García et al (2011) Aquella agua de origen de viviendas formadas por labores domésticas y actividades humanas.

#### **Industriales**

Investigaciones de García et al (2011) que las aguas servidas industriales son:

Aquella agua servida dispersa desde espacios utilizados para acciones industriales o comerciales que no tenga origen de escorrentía pluvial ni agua residual doméstica. El aporte de labores industriales en los componentes de agua residual urbana dependa primeramente del nivel de las industrias de la población urbana y de las condiciones físicas, químicas y biológicas de los vertimientos que

realiza la red de colectores municipales, los cuales tienen una estructura diferente dependiendo de la industria.

### **Agrícola y ganadera**

Manifiesta que la contaminación de fuentes agrícolas proviene esencialmente del empleo de plaguicidas, pesticidas, abonos, fertilizantes y biácidas, que son llevados por el agua de riego arrastrando en ella sales que contienen fósforo, nitrógeno, azufre y compuestos orgánicos clorados que pueden hallarse en la tierra por lixiviados contaminando así las aguas superficiales. En la ganadería, la contaminación tiene origen en los vertidos de agua que presentan elevado contenido de materia orgánica y residuos orgánicos que caen al suelo.

### **1.3.3. Parámetros para caracterizar aguas residuales**

#### **Parámetros Físicos**

Se especifica como medida física aquel elemento que tiene un efecto directo en las situaciones estéticas del agua donde SIERRA (2011) menciona que son:

La turbidez es el potencial que poseen los materiales que están suspendidos en el cuerpo de agua para complicar el paso de la luz, la turbidez deriva por diferentes causas entre ellas las más significativas son la: contaminación generada por desechos orgánicos o la industria y la erosión natural de cuencas la cual brinda sedimentos.

#### **Parámetros Químicos pH**

Según Digesa (2010) determina que, si una sustancia es neutra, ácida o básica, cuantificando la cantidad de iones hidrógeno actual. Se calcula un nivel de 0 a 14, en escala 7 es sustancia neutra, El valor del potencial de hidrógeno por encima de 7 es básica y menos a 7 es ácida.

## **Olor**

Romero (2005) las aguas residuales sépticas tienen un olor muy ofensivo, habitualmente producido por H<sub>2</sub>S derivándose de la descomposición anaerobia de los sulfatos o sulfuros mientras las aguas servidas frescas tienen una característica desagradable.

## **Coloides**

Lawrence (2004) son porciones reducidas las cuales poseen una extensión superficial amplia las porciones coloidales son más grandes que los iones y los átomos, pero presentan un tamaño bien pequeño que no se pueden ver a simple vista. Su tamaño es de 0,001 a 10µm. Los efectos de masa y tamaño pequeño, por otra parte, su gran área superficial es que en sistemas coloidales:

Las consecuencias gravitacionales son intrascendentes y los fenómenos superficiales predominan un alto porcentaje de estas porciones presentan cargas negativas de esta manera se repelan unas a otras y se llega a formar un sistema expandido estabilizado. Su índice de sedimentación es lenta, así mismo su remoción en aguas residuales por sedimentación simple es inalcanzable.

## **Parámetros Biológicos**

### **Materia Orgánica**

Drikas (2003) explica que la materia orgánica está vigente en cuerpos de agua superficial y es el actor del color amarillento negruzco que se observa a veces en el agua y que la caracterización de material orgánico depende del principio del que deriva y de la degradación biológica y química.

### **DBO5**

Expresa que la DBO es el porcentaje de oxígeno que usan los microorganismos heterótrofos, teniendo como objetivo modificar el material orgánico en anhídrido carbónico, componente hídrico y servicios finales, este procedimiento se lleva a cabo en circunstancias aeróbicas con existencia de oxígeno dispensado. La DBO calcula el consumo de oxígeno en ejemplares ocasionados mediante la reacción de síntesis de organismos nuevos, de degradación de organismos y producción de

energía. El aumento de la demanda bioquímica de oxígeno se origina por la actuación de microorganismos heterótrofos que requieren componentes orgánicos como sustento. La DQO y la DBO5 son medidas fundamentales que señalan la eficiencia del agua.

Lozano (2013) Señala que el cálculo indirecto de materia orgánica biodegradable es muestra, de que se establece mediante la gestación de microorganismos en el periodo de cinco días a una temperatura de 20°C para posteriormente obtener el consumo de oxígeno.

### **DQO.**

Maza (2013) la demanda química de oxígeno se formula en ml de oxígeno/l, es el conjunto de oxígeno utilizado por materias presentes en el agua, que tienden a oxidarse en ocasiones operacionales definitivas y el cálculo incumbe a una estima de material oxidable que se encuentra en el agua.

#### **1.3.4. Parámetros de la calidad de agua residual.**

Muñoz (2004). Las aguas residuales derivados de procesos de las carnes son parecidas a las que vienen de centros de sacrificio. Los parámetros significativos a analizar son, por ejemplo, pH, DBO5, Aceites y grasa; SST, amoníaco, coliformes totales, sólidos disueltos totales, turbidez, tóxicos y color.

En industrias alimenticias se procesa carne de ahí las aguas residuales provienen de la producción de embutidos aproximadamente del 20 a 24%, del 60 a 70% agua de aseo, del 10 al 15% del uso de sal y vísceras. Los parámetros de calidad del efluente tienen como valores grasa de 700 a 1000mg/l, cloruro 1g/l. DBO5 media 18 kg/l del producto final, contaminación orgánica de 100 a 1900 mg.

### 1.3.5. Efecto de polución por aguas residuales

Todo tipo de agua residual altera de alguna manera las condiciones de la fuente de agua receptora. A continuación, se detalla el efecto de los contaminantes de interés de las aguas servidas.

Tabla 1. Contaminación de aguas residuales

Contaminantes	Parámetro típico de medida	Impacto Ambiental
Materia Orgánica biodegradable	Demanda Biológica de oxígeno, Demanda Química de Oxígeno.	Generación de olores indeseables, Desoxigenación del agua.
Material Suspendido	Sólidos suspendidos totales, sólidos suspendidos volátiles	Deposita lodos. genera turbidez en el agua,
Patógenos	CF	Su presencia en el recurso hídrico la hace insegura para su recreación y consumo.
Iones Hidrógeno	Potencial de hidrógeno	Alto riesgo para organismos acuáticos.

### 1.3.6. Contaminación por residuos sólidos en los camales municipales

Gerencia de recursos naturales y gestión ambiental Lambayeque (2014) expresa que los residuos que se generan en el camal no tienen un manejo adecuado siendo transportados y dispuestos directamente en un botadero, donde el acaparamiento temporal de los residuos en el interior del camal se realiza de forma inadecuada al ser dispuesto en un espacio reducido y no en contenedores debidamente rotulados y cerrados, ocasionando que proliferen vectores como las moscas.

#### Contaminación por efluentes

En el camal se genera agua residual en los distintos procesos; esta tiene una elevada carga orgánica, tanto diluida como en suspensión, también contiene aminas y otros componentes orgánicos nitrogenados, ácidos orgánicos volátiles, El problema radica en que estos efluentes son vertidos directamente al dren que

desemboca en el mar; esto no solo altera la calidad del agua afectando los ecosistemas, también tiene un impacto en la salud humana al ser un foco infeccioso. El camal cuenta con un sistema de drenaje, el cual opera en condiciones deficientes; las rejillas que evitarían el paso de residuos sólidos al sistema de drenaje están obsoletas; la poza de sedimentación no tiene los requerimientos técnicos que permita dar unos tratamientos primarios a los efluentes generados. (Gerencia de recursos naturales y gestión ambiental Lambayeque 2014).

### **Tratamiento de aguas residuales**

Mazanarez (2017), supone el propósito de realizar un tratamiento a las aguas residuales que es minimizar el mayor porcentaje viable de los contaminantes antes que se evacuen y lograr por medio de procedimientos fisicoquímicos y biológicos de manera que los parámetros del efluente tratado acaten con los estándares de calidad ambiental determinados en cada estado esto permitirá que los cuerpos receptores los asimile.

#### **1.3.7. Tipos de Tratamientos**

##### **Tratamiento Químico**

Epa (2007) describe que consiste en utilizar alguna reacción química o reacciones para mejorar la calidad del agua, probablemente es proceso químico más comúnmente utilizado es la cloración.

Los productos químicos pueden ser utilizados para crear cambios en los contaminantes que aumentan la eliminación de estas nuevas formas de procesos físicos. Sencillos elementos químicos como el sulfato de aluminio, sales de calcio o de hierro pueden ser añadidos a las aguas residuales a causa de ciertos contaminantes. Tales como el fósforo, a flóculo o agruparse en grandes, masas más pesadas que puede ser eliminado más rápido a través de procesos físicos.

## **Coagulación**

Según Gao et al (2002) especifica la coagulación se utiliza comúnmente en la purificación de aguas para la remoción de impurezas coloidales y disueltas, aportando a la agregación de flóculos que pueden eliminarse en procesos subsiguientes, polímeros orgánicos sintéticos y naturales, Los coagulantes pueden ser inorgánicos. Los de mayor uso son el cloruro férrico, el sulfato de aluminio, sulfato de hierro.

Acosta (2006) explica que el coagulante en el agua se hidroliza y produce un desequilibrio de las partículas, normalmente con carga positiva, en la interrupción de las cargas, o por interacción con iones disponibles. Esta teoría química se sustenta en la estabilidad de los coloides.

Estudios realizados por Mackenzie (2005) señala que a través de la coagulación se elimina:

La turbiedad, el color y las bacterias de las aguas que se van a potabilizar, donde el objetivo de la coagulación es variar la carga superficial de las partículas para que se consigan aglutinar entre sí y constituir partículas mayores que se asienten por gravedad. Aunque los químicos suelen emplear el término coagulación para describir este cambio en la carga superficial y el proceso siguiente de adhesión, Los ingenieros ambientales con frecuencia lo utilizan para describir todo el proceso con el que las partículas mayores y los iones disueltos se eliminan mediante el asentamiento por gravedad o precipitación.

### **Tipos de coagulación**

Andía (200) precisa dos tipologías básicas de la coagulación por barrido y por absorción.

### **Coagulación por adsorción**

Se realiza cuando hay una elevada congregación de partículas en estado coloidal presentes en el componente hídrico, el momento que el coagulante es añadido al recurso hídrico con turbidez los componentes disolubles de los coagulantes son absorbidos por los coloides y se conforman los flóculos de manera rápida.

## **Coagulación por barrido**

Se lleva a cabo cuando en agua se encuentra con mínima turbidez y el contenido de partículas es baja, en esta situación se retienen las partículas al obtenerse sobresaturación de precipitaciones de Sulfato de aluminio.

## **Coagulantes que se emplean**

Cárdenas (200): Alude que los coagulantes son elementos químicos que al ser agregados al agua son esenciales para dar origen a la reacción química con las características químicas del recurso hídrico, fundamentalmente con la alcalinidad del agua para dar origen a una precipitación voluminosa, absorbente, compuesto por lo general de hidróxido metálico del coagulante que se está empleando.

Los Coagulantes más usados para dispersar partículas y promover el floculo son los:

## **Coagulante Químico**

a)-Sulfato de Aluminio: Según Méndez (2004):

Menciona que el Sulfato de Aluminio es la sal solida de color blanco empleada primordialmente como elemento de floculación y coagulación primordial para tratar el agua servida y de consumo para personas. Tiene la cualidad de integrar las partículas en suspensión que están en el agua y apresurar la sedimentación. Cooperando a la reducción de materia orgánica, remoción del color y sabor y carga bacteriana.

## **Ventajas**

- Se usa a mayor escala.
- Eficiente en la disminución de diferentes parámetros.
- Altamente eficiente en la formación de flóculos.
- Disminución de la Turbidez Inorgánica y Orgánica que no sedimenta ligeramente.

## **Coagulante Natural**

Según Almendarez (2004) afirma que son composiciones orgánicas de fuente de origen biológico predominan derivados de almidón y celulosa extractos vegetales, algunas gomas, quitosana y alginatos (extracciones de algas).

### **Ventajas:**

- Forma lodos artificiales al cual se le puede dar un tratamiento con mayor habilidad y eficacia.
- Remoción de Turbidez inorgánica y orgánica que no se precipita ágilmente.
- Disminución de color Aparente y verídico.
- Elimina patógenos
- Bajo costo de fabricación
- Elimina plancton en general y algas

### **Floculación**

La floculación está en la aglomeración, cuando se agita de manera moderada el agua, cuyas partículas se dispersaron mediante la coagulación, constituyendo de mayor peso específico-flóculos y mayor dimensión.

La finalidad básica de la floculación es congrega micro flóculos para originar partículas con un peso determinado mayor al del recurso hídrico y ajustar al flóculo minimizando su grado de hidratarse, para que se cree una menor concentración de volumen, el cual origina una elevada eficiencia en los procedimientos siguientes como filtración y sedimentación.

### **Sedimentación**

La sedimentación es separar por acciones de gravedad las partículas enajenadas las cuales su peso es mayor que el del agua. Es una sistematización más utilizada en el tratamiento del recurso hídrico (Metcalf y Eddy, 1996). La sedimentación es el apartamiento de partículas sólidas suspendidas en un líquido, que se constata por asentamiento gravitacional.

El objetivo principal de espesamiento es elevar la concentración de los sólidos totales suspendidos, por otro lado, la clarificación separa los sólidos de una corriente diluida (Terroba, 2010, p. 28).

### 1.3.8. La tuna (*Opuntia ficus - indica*)

Román (2007) indica que la tuna es el seudónimo común dado en Perú, Chile, Argentina, México y Colombia a la planta científicamente designado *Opuntia ficusindica*, proveniente de la familia Cactaceae y que esta planta es originaria de México.

Ramírez (2017) menciona que la tuna concierne a las dicotiledóneas específicamente a las angiospermas pertenecientes a la familia cactácea, dicha planta posee propiedades abundantes en aminoácidos.

Se acomoda sin ningún problema a zonas donde hay insolencia del recurso hídrico, los cladodios de color verdoso son exuberantes en filamentos tienen espinas y grandes dimensiones, los frutos varían de color verde, rojo y naranja contienen vitamina C. Este vegetal es conocido en todo el planeta como un alimento beneficioso para controlar padecimientos, fortificar la capacidad cerebral de las personas (Sáenz, 2006).

La Tuna *Opuntia ficus indica* tiene un rol significativo en el ámbito económico de diferentes países donde no hay mucha demanda de los recurso hídricos para diferentes cultivos agrícolas, anualmente varios países muestran una elevada utilidad en las características magníficas que posee este cultivo , enfocados especialmente en la adaptación y la posibilidad de procrear económicamente y sosteniblemente en Terrenos áridos, por ello la *Opuntia ficus-indica* tiene diferentes utilidades para la tecnología en tratamiento del Recurso Hídrico, industrialmente Para la salud de las personas , alimentos y en zonas de cultivo desérticas (Sáenz, 2006).

### **Taxonomía**

Ramírez (2017) clasifica de la siguiente manera “pertenece a la familia de las Cactácea, clase Magnoliopsida, reino Plantae, división Magnoliophyta, orden Caryophyllales y de especie (*Opuntia ficus indica*) es conocida por el género *Opuntia*”.

### **1.3.9. Características morfológicas de la planta**

#### **Raíces**

Alcázar (2015) alude que las raíces son algo superficiales, pero constituyen un sistema denso, extendido y robusto, en representación cilíndrica, con superficies delgadas formando una malla, causa que evita la erosión, crece rápidamente alcanzando hasta cinco metros a los cuatro años de edad.

#### **Tallo**

Romero (1990) manifiesta que la tuna es una especie herbácea de tres a cinco metros de alto con cuatro metros de copa a su tronco y oscila entre 22 a 50cm de diámetro, el tallo conformado por un tronco que contiene una cutícula de ocupación fotosintética y acopio del recurso hídrico en sus tejidos.

#### **Pencas**

Alcázar (2015) señala que también se conoce como cladodios y oscila en 20 a 40 cm de ancho x 30 a 60 cm de largo y de 2 a 3cm de grosor, es color verde oscuro con areolas que dominan varias espinas de color amarillo.

#### **Hojas**

Está en los cladodios internos, transformadas en espinas en representación de garra, gruesa en la base, para su protección y la mayoría de estas hojas desaparece cuando las pencas han descubierto logran un crecimiento y en esa parte van quedando las espinas.

#### **Flores**

Según Romero (1990) las flores que presenta la *Opuntia Ficus Indica* son únicas ubicadas en la penca en su parte superior y miden de 6-7cm de longitud, toda areola produce una flor la que abren entre 35 a 40 días de su brote.

#### **Fruta**

Romero (1990) señala que la fruta es de carácter ovalado esferoidal color verde y tiene diferentes colores al madurar, son dulces y comestibles; su pulpa es

gelatinosa posee muchas semillas, sus extensiones y tonalidad transforman de acuerdo a la especie; muestran finas espinas de 2 - 3mm de extensión.

### **Descripción física**

Ríos y Quintana (2004) manifiestan de sus características físicas de la siguiente manera la *Opuntia ficus indica* es una especie de flora que presenta pocas espinas y un vegetal arborescente que puede llegar a medir 3 a 5 mts de elevación, Su tronco es leñoso y mide entre 20 y 50 cm de grosor; formándose partes oblongas (cladodios o pencas). Contiene fruto que es ovalado de 4 a 8 cm de grosor y de 5 a 10cm de largo, Su color vario pudiendo ser naranja, amarillo, purpúreo con exuberante pulpa dulce y carnosas.

### **Composición química de la planta**

Según investigaciones realizadas en la Universidad San Francisco Xavier (Facultad de Bioquímica) se obtuvieron los siguientes efectos:

Tabla 2. Composición química de la *Opuntia ficus indica*

Componente	Planta (%)
Proteína Bruta	1.55
Lípidos	0.26
Carbohidratos	11.50
Fibra cruda	-
Pectinas	3.12
Cenizas	-
Agua	93.57

Fuente: Romero, 1990

### **Composición química de la penca**

En Sucre (Chuquisaca), Universidad San Francisco Xavier (Facultad de Bioquímica), señala los siguientes resultados de la composición química de la penca.

Tabla 3. Composición química de la penca de *Opuntia ficus indica*

Rubro	Composición (%)
Proteína bruta	11.6
pH	5.0
Grasa	2.4
Carbohidratos	64.2
Fibra Cruda	7
Cenizas	12.6
Humedad	92

Fuente: Departamento de Bioquímica de la Universidad San Francisco Xavier

### **Cladodios**

Los cladodios que vienen a ser las pencas convierten la luz en energía química mediante la fotosíntesis y se hallan revestidos por la cutícula de la variedad lipídica, interrumpida por la apariencia de aberturas microscópicas que perduran encerrados a través del día. La piel del filocladio paraliza la resecaión incitada por las elevadas temperaturas del verano y el humedecimiento del filocladio llega a 95% del recurso hídrico en peso, el tallo y las pencas tienen espinas. (Ríos y Quintana, 2004).

### **Longevidad**

Los investigadores como Ríos y Quintana (2004) menciona que la tuna puede tener una vida promedio de 5 - 7 años y consiguiendo en algunas ocasiones llegar a 10 años con óptimos beneficios, en suelos adecuados con potencial de hidrogeno neutro, con técnicas de cultivo, sin ningún inconveniente de pestes el nopal llegaría a sobrevivir ochenta años. Las plantaciones cultivos de aprovechamiento intenso, persisten hasta 3 años. Lo que es comestible de la tuna son sus rebrotes tiernos, los cuales logran ser usados de 8 a 10 días después de su germinación.

### **Importancia ecológica**

Olivero et al (2013) señala que la tuna podría ser un medio importante para la economía rural debido que tiene altos rendimientos y aprovechamiento alimenticios y para la medicina, su adaptabilidad a tierras áridas logra que sus obligaciones de suelo y del recurso hídrico no sean severos como suceda en la mayoría de vegetales.

Este vegetal tiene la capacidad de adaptarse y desarrollarse en cualquier ambiente donde se hallan elementos que sean limitantes o no sean propicios para la mayoría de especies vegetales.

### **Alternativas de utilización de residuos de *Opuntia ficus indica***

De acuerdo con Salinas et al (2014) existen diversas opciones para la reutilización de los residuos:

Uso como leña, los cladodios viejos presentan una epidermis lignificada y bastantes fibras que lo hacen consistente. A si se pueden presentar condiciones para su utilización como combustible así lo hacen algunos países del continente africano.

En la producción de biogás, la agregación de filocladio de *Opuntia ficus indica*, participa en la digestión anaeróbica de algunas especies de fauna, ayudaría la fermentación metanogénica, cuando el pH de las mezcolanzas de estas este dentro de rangos ligeramente ácidos ó neutros. La inserción de un número conveniente de cladodios en guano de animales, interviene ventajosamente en las horas de inauguración del procedimiento de fermentación vegetal.

Lumbricultura y fertilizantes, la lumbricultura es una técnica que demanda una mayor inversión que el compost ya que requiere estructura correcta para el progreso de la lombriz (lechos) y un mayor control del porcentaje húmedo del mismo. Conjuntamente debe instruirse el lecho de lombriz con compuestos orgánicos anticipadamente degradados, de esta manera se evita temperaturas mayores a 55° c que periódicamente se obtienen de los bioprocesos de tipo aeróbico.

Reacondicionamiento de suelos, estudios ejecutados en el espacio de Experimento de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la (Universidad de Chile "Antumapu") en los 3 años de las experiencias realizadas, los bio abonos no ocasionaron variedad significativa en características físicas de la tierra; no obstante, al cotejar con el testigo del tratamiento, existe una inclinación a acrecentar el recurso hídrico a usar, elevando la infiltración velozmente y reduciendo aparentemente la densidad.

## **El mucílago de la *Opuntia ficus-indica***

El mucilago de *Opuntia ficus-indica* se experimenta en diferentes cactáceas, al poseer peso molecular elevado se le denomina heteropolisacárido al tener (L-Xilosa, Ácido D- Galacturónico, L-ramnosa, L-arabinosa). Los resultados emanados tuvieron numerosos porcentajes de mucílago, asociados en ellos el camio de minerales y fibras, de igual manera se encontró en otros análisis un elevado número de compuestos (carbohidratos), pectina, por ello son indispensables en la actividad industrial de alimentos (García, 2013).

Vaca et al (2014) señala que la utilización apropiada del *Opuntia ficus-indicia* es la elección de más interés para invertir en el transcurso del tiempo por el incremento de la investigación que reemplaza los coagulantes que son sintéticos de una manera eficaz, además es usado para el tratamiento primario al potabilizar el recurso hídrico a un menor costo y sobre todo amigable con el ambiente, apuntando a una técnica razonable en el tratamiento del recurso hídrico.

Los residuos extraídos de la fruta la cascara de tuna *Opuntia ficus indica* son usados en distintas indagaciones para ser transformados en alimento para dar empleo a las personas y el avance para la producción de mermelada en la que se centra en obtener residuos de cascara de tuna y adiconamiento de su pulpa, sacarosa y preservantes en una cantidad mínima hasta lograr una concentración de equilibrio. Por ello los residuos orgánicos de este cultivo son reutilizados en diferentes formas como alimento para el ganado (forraje) y consumo de las personas. (Cerezal y Duarte, 2005).

La tuna se usa como coagulante natural que puede ayudar en el tratamiento del recurso hídrico para el consumo de las personas, siendo este de categoría en el mundo. Contar con indagaciones relevantes en la aplicabilidad de sistemas de depuración en el tratamiento del recurso hídrico” (Ramírez y Jhoan, 2014).

Villabona et al (2013) con el uso de este tipo de coagulantes natural se minimiza el uso de químicos (coagulantes).

## Composición química del mucílago.

Trachtenber y Mayer (1982) menciona que es el mucílago es un carbohidrato complejo. En la cadena de los monómeros en los cuales se encuentran: L-Ramnosa, D galactosa, L-arabinosa, ácido galacturónico y D-xilosa la igualdad de estos monómeros, la molécula cambia conforme a distintos componentes como: condiciones del ambiente, edad y variedad.

Tabla 4. Principales compuestos del mucilago

Componente	Porcentaje %
L. Ramnosa	7-13.1
D. Galactosa	21-40.1
L. Arabinosa	24.6-42
Ácido D-Galacturonico	8-21.7
D-xilosa	22-22.2

Fuente: Sáenz, 2004

## Aplicaciones del mucílago de la tuna.

Ojeda (2012) señala que el coagulante natural que tiene mayor rendimiento en plantas de purificación del recurso hídrico son los componentes alginicos, los provenientes del nopal, semillas de algunas plantas y almidones.

Rodríguez, et al (2007) indica que los productos orgánicos (polímeros) de principio natural tienen menor toxicidad, personas conocedoras de la tuna, esto aumenta las opciones del tratamiento del recurso hídrico basado en el uso de coagulantes en procedimientos clarificadores en varios países.

Por otra parte, López (2000) afirma que una investigación realizada en cuba se evaluó el potencial de clarificación del mucilago de nopal con el  $Al_2(SO_4)_3$  y se concluyó que la tuna (*Opuntia ficus-indica*) tiene una reacción parecida al  $Al_2(SO_4)$  para clarificar el agua.

Otros investigadores como Villabona et al (2013) establecieron que los compuestos desembolsados de Nopal muestran un elevado porcentaje como coagulantes por su potencial para lograr remover hasta 70% de Turbidez y 50% del color del recurso hídrico crudo con elevada turbidez al principio y además no altera elocuentemente el pH.

No obstante, se debe evaluar y estudiar una dosis recomendable de coagulante que permita la emanación de distintas variables tales como las revoluciones por minuto, rendimiento del compuesto en métodos de clarificar, con el objetivo de plantear tecnologías sustentables.

### Dosis de coagulantes

Aber et al (2010), se puede explicar a través del uso definiéndola como Zona de coagulación, empezando con una primera zona de dosis baja hasta llegar a una dosis alta aplicada en la zona cuatro.

Tabla 5. Reducción Máxima Obtenida Mediante la Coagulación

Parámetros	Red. Max. obtenida mediante coagulación (*)	Parámetros	Red. Obtenida por coagulación (*)	Max. por coagulación (*)
Turbidez	+++	Color	+++	
Mat. en suspensión	+++	Olor	0, +	
Fosfatos	+++	DQO	+++	
Nitratos	0	DBO	+++	

#### Red. Max obtenida por coagulación

0 nada de reducción.

+ 0 a 20% Reducción.

++ 20 a 60% de Reducción.

+++ >60% de reducción.

### Ensayo de prueba de jarras. (Jar-Test)

Para diagnosticar el comportamiento de un coagulante y un floculante es una escala pequeña la prueba más común es la prueba de jarras.

Rodríguez (2008) lo define como un procedimiento de representación de los procedimientos de floculación y coagulación, realizado a una escala de laboratorio que posibilita obtener un recurso hídrico de buena calidad, separa por el proceso de

la decantación de los flóculos se han formado con múltiples dosis de coagulantes se llega a tener diferentes valores de turbiedad distintos.

Objetivos:

La prueba de jarras (Coagulación Química de aguas):

- Determinar la coagulación eficaz.
- Diagnóstico de pH ideal de coagulación.
- Determinar la dosis eficaz del coagulante.
- Determinar la cantidad óptimas de mezcla.
- Identificar las necesidades de aplicar la sedimentación y floculación previa a la factibilidad de filtración directa.

El ensayo de prueba de jarras se usa considerablemente, los resultados han llegado a tener bastante aplicabilidad en diseños y operaciones reales en tratamientos. El método exige como antecedentes menores los valores de alcalinidad, pH, turbiedad y color del recurso hídrico crudo.

#### **1.4. Formulación del problema**

¿De qué manera la aplicación de sulfato de aluminio y tuna (*opuntia ficus-indica*) reducirá la materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal de Tután?

#### **1.5. Justificación del estudio**

##### **Justificación Académico-tecnológico**

El motivo que induce la ejecución del presente trabajo de investigación es de carácter Tecnológico-Académico. Ya que, al hallar un problema como la mala gestión de las condiciones del recurso hídrico en el camal municipal de Lambayeque por el sacrificio de animales, se hace necesario aplicar tratamientos para tener agua de buena calidad.

Permitiendo hacer propuestas que sirvan para su reutilización. Estas propuestas desde el punto de vista académico-tecnológico conllevan a promocionar a los futuros ingenieros ambientales en la solución de problemáticas ambientales que hoy en día estamos viviendo y que de alguna manera perjudica la salud de la población.

## **Justificación Ambiental**

La contaminación de los cuerpos de agua es una problemática que se está dando durante décadas, la falta de considerar un funcionamiento de este recurso origina daños para ser usado de manera sostenible, a pesar de que la tecnología este en acrecimiento y se pueden acceder países que tienen una buena economía, esta no es accesible para las zonas más necesitadas. Por ello este proyecto de investigación usará recursos naturales que se encuentran en el lugar de estudio que es de fácil acceso, estos varían su efectividad de acuerdo a las condiciones del agua residual y también involucra la reducción de gastos en la desinfección del agua.

## **Justificación Social**

La presente investigación se justifica en el aspecto social por que, mediante la disminución de materia orgánica y turbidez de las aguas servidas, los pobladores que habitan alrededor de mercado puedan utilizarlas, lo que permitirá que no los afecte alguna enfermedad. En tal sentido la propuesta de investigación para tratar el recurso hídrico residual con sulfato de aluminio y tuna (*Opuntia ficus-indica*) permitirá minimizar la materia orgánica y turbiedad de esta manera la población no será afectada.

### **1.6. Hipótesis**

H1: La acción de sulfato de aluminio y tuna (*Opuntia ficus-indica*) reducirá la materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal Municipal de Tumán.

### **1.7. Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar la acción del sulfato de aluminio y Tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la remoción de materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal de Tumán.

## **Objetivos Específicos**

Identificar el nivel de turbidez y materia orgánica de las aguas residuales del camal municipal de Tumán mediante el análisis físico químico.

Aplicar sulfato de aluminio y Tuna (*Opuntia ficus-indica*) para la remoción de materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal de Tumán.

Evaluar el nivel de turbidez y materia orgánica de las aguas residuales del camal municipal de Tumán después de la utilización del sulfato de aluminio y tuna (*Opuntia ficus-indica*).

Comparar la eficiencia de los tratamientos antes y después del análisis físico químico en la remoción de materia orgánica y turbidez en las aguas residuales del camal municipal de Tumán.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño De Investigación

Para está investigación se tiene un enfoque cuantitativo con diseño Pre experimental ya que se proyecta estudiar el impacto de los tratamientos o los métodos de cambio como en contextos donde los sujetos o unidades no han sido determinados de acuerdo con un criterio aleatorio, solo se manipula la variable independiente y se medirá la variable dependiente. El siguiente esquema es representado en el estudio:

O1\_\_ X\_\_ O2

Donde:

O1: Evaluación de materia orgánica y turbidez de aguas residuales antes de aplicar el estímulo.

X: Aplicación del tratamiento para la remoción de materia orgánica y turbidez

O2: Remoción de materia orgánica y turbidez de aguas residuales después de aplicar el estímulo.

### 2.2. Variables, operacionalización

V.D: Materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal de Tumán.

V.I: Sulfato de Aluminio y Tuna (*Opuntia ficus-indica*).

Tabla 6. Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN	ESCALA DE MEDICIÓN
Materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal de Tumán.	<p>El porcentaje de materia orgánica que tiende a podrirse se establece por dos procedimientos DBO, DQO.</p> <p>La turbiedad es un cálculo que se hace al recurso hídrico donde este reduce su transparencia por poseer partículas suspendidas</p>	Análisis de las características químicas y físicas del agua residual.	Características físico-químicas.	pH Turbidez DBO DQO	Numero NTU mg/l mg/l	Intervalo Razón Razón Razón
			Cantidad removida	% de remoción de M.O % de remoción de Turbidez	% %	Razón Razón

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN	DE ESCALA DE MEDICIÓN
Sulfato de aluminio y tuna ( <i>Opuntia ficus-indica</i> )	<p>Gonzales y Juárez (2006) el sulfato de aluminio es un componente químico, sólido, cristalino y blanco de fórmula química <math>Al_2(SO_4)_3</math>.</p> <p>Martínez (2008) Las pencas de nopal liberan una sustancia viscosa llamada mucílago, el cual es uno de los componentes más importantes ya que es parte de la fibra dietética.</p>	<p>El <math>Al_2(SO_4)_3</math> se aplicará combinado con el mucílago de Nopal (<i>Opuntia ficus indica</i>) en los diferentes tratamientos a aplicar.</p>	Concentración	Dosis de sulfato de aluminio	mg/L	Rango
			Tiempo de la agitación y velocidad	<p>Tiempo de agitación rápida</p> <p>Tiempo de agitación lenta</p>	Rpm	Rango

## **2.3. Población y muestra**

### **Población**

La población está compuesta por el caudal de aguas residuales del camal municipal de Tumán.

### **Muestra**

La muestra está constituida por 10 litros de agua residual recolectada del camal municipal de Tumán.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad**

De Barrera (2000) Afirma que las técnicas de recolectar datos establecen ordenamientos y acciones que le permiten al investigador lograr la información requerida para dar contestación a su pregunta de investigación.

### **Técnica de recolección de Datos**

#### **A.-De gabinete**

Se usó el fichaje que permite recoger diferentes clases de información teórica científica, permitiendo estructurar el marco teórico conceptual. El fichaje textual, fichaje de resumen, fichaje de comentario.

#### **B.-De campo**

Esta técnica permitió recoger información de los pesos de las pencas de tuna y tener un aproximado de cuántos gramos se necesita para la investigación planteada.

Observación directa, permitirá reconocer el camal municipal de Tumán para recolectar las muestras. **Instrumentos**

### **Análisis de laboratorio**

Para la Aplicación de Sulfato de Aluminio y Tuna (*Opuntia ficus-indica*), Se usará el laboratorio de la Universidad César Vallejo-Chiclayo, donde luego de haber aplicado el tratamiento a través de la prueba de jarras se procederá a realizar análisis químicos y físicos para analizar la eficiencia del tratamiento.

## **2.5. Validez y confiabilidad**

En lo que respecta a los diversos tratamientos y repeticiones que permitirán reducir la turbidez y materia orgánica de las aguas residuales serán validadas por la ingeniera responsable del laboratorio de la Universidad César Vallejo-Chiclayo.

## **2.6. Métodos de Análisis de datos**

En este actual trabajo de investigación se aplicará la estadística descriptiva, empleando el software Excel, donde se interpretará los resultados de los tratamientos hechos en el laboratorio de la Universidad César Vallejo Chiclayo.

## **2.7. Aspectos Éticos**

Se respeta los derechos de autor en las citas bibliográficas y los datos conseguidos, son propias de la investigación.

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis fisicoquímicos del agua residual del camal

Tabla 5. Análisis fisicoquímicos del agua residual

Prueba control	
Turbidez	85 NTU
DQO	1500 mg/l
Ph	7.25 pH
OD	2.66 PPM
DBO	751 mg/l

En la tabla se ven los resultados de los valores iniciales de turbidez (85 NTU), DQO (1500 mg/l), potencial de hidrogeno (7.25 potencial de hidrógeno), oxígeno disuelto (2.66 PPM) y Demanda biológica de oxígeno (751 mg/l) del agua de camal municipal de Tumán. Estos resultados iniciales se aplicarán 3 tratamientos con diferentes mezclas del coagulante natural Tuna (*Opuntia ficus-indica*) y el químico sulfato de aluminio para poder minimizar los agentes contaminantes que posee el agua residual.

#### 3.2. Rendimientos

##### Rendimiento de *Opuntia Ficus-indica*

Se procedió a medir el rendimiento del mucilago extraído de la *Opuntia ficus-indica* para aplicar a los tratamientos.

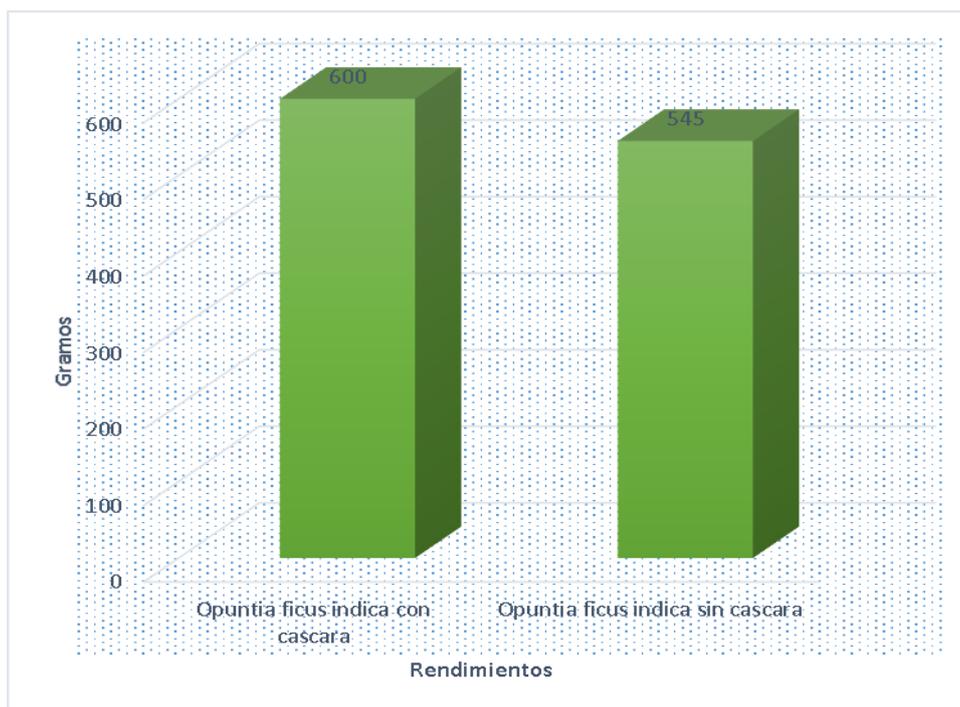


Figura 1. Rendimiento de Tuna (*Opuntia ficus indica*)

Es necesario indicar que de los 600 gramos recolectada de *Opuntia ficus indica* se emanó a quitar la cascara que envuelve a la penca, logrando como resultado final un total de 545 gramos. Esta consecuencia derivada quiere decir que al quitar la capa que cubre a la penca se obtuvo un rendimiento de 90.83 %. Para poder determinar la eficacia del rendimiento se utilizó la siguiente formula:

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{Masa de } \textit{Opuntia ficus indica} \text{ sin cascara}}{\text{Masa de } \textit{Opuntia ficus indica} \text{ con cascara}} \times 100$$

### **Rendimiento de mucílago**

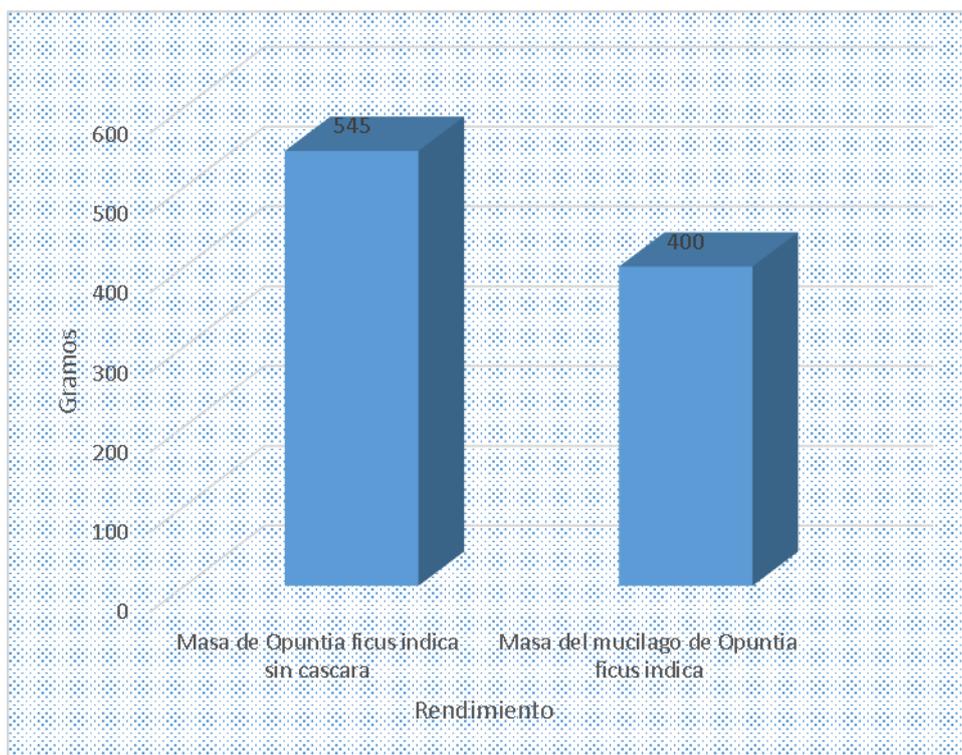


Figura 2. Rendimiento de mucílago de *Opuntia ficus indica*

Es importante indicar que de los 545 gramos de *Opuntia ficus indica* sin cáscara se procedió a obtener el mucílago, adquiriendo un total de 400 gramos de mucílago. Este resultado conseguido quiere decir que al momento de producir el mucílago se obtuvo un rendimiento de 73,39 %. Para estipular la eficacia del rendimiento se utilizó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{Masa del mucílago de } \textit{Opuntia ficus indica}}{\text{Masa de } \textit{Opuntia ficus indica} \text{ sin cascara}} \times 100$$

### 3.3. Análisis fisicoquímicos del agua tratada de camal

#### Turbidez

Tabla 6. Resultados de turbidez

Tratamiento	Repeticiones	Turbidez (NTU)
<b>T<sub>0</sub></b>		85 19.3
<b>1</b>	1	
	2	20.1
	3	19.02
<b>2</b>	1	12.8
	2	11.50
	3	12
<b>3</b>	1	39.8
	2	38.5
	3	39.4

En la tabla observamos los resultados de turbidez del testigo (85 NTU) y de los 3 tratamientos de agua residual, donde el tratamiento 2 presenta mejores características ya que hay menos sólidos en suspensión y el agua es más clara que los otros tratamientos, además tiene una mejor calidad en remoción de turbidez. Esta propiedad indica la presencia de partículas en suspensión.

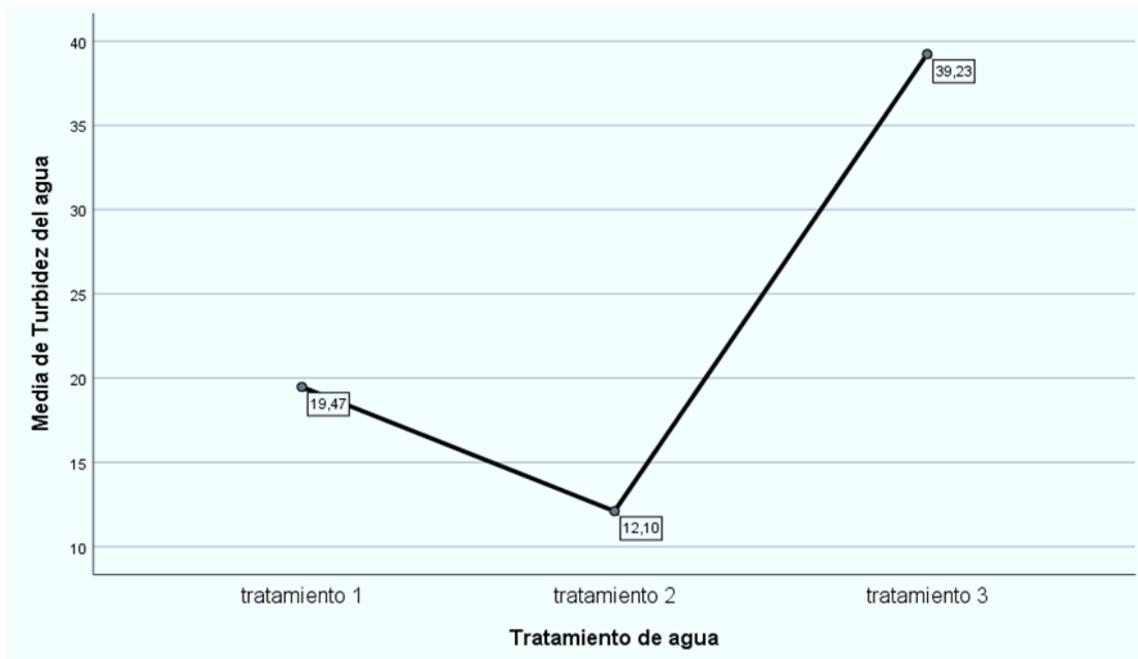


Figura 3. Promedio de tratamientos

En la figura se ve las medias de los resultados de turbidez del agua tratada, donde se manifiesta que en el primer tratamiento se obtuvo un resultado de 19,47 NTU, en el segundo tratamiento 12,10 NTU y en el tercer tratamiento 39,23 NTU. Cabe precisar que el segundo tratamiento es el más eficiente (12,10 NTU) por su alto nivel de remoción de turbidez ya que antes de ejecutar el tratamiento se obtuvo una turbidez de 85 NTU, por tal razón para 1 litro de agua de camal es recomendable utilizar las mezclas de 30 ml de mucílago *Opuntia ficus indica* y 40 ml de sulfato de aluminio.

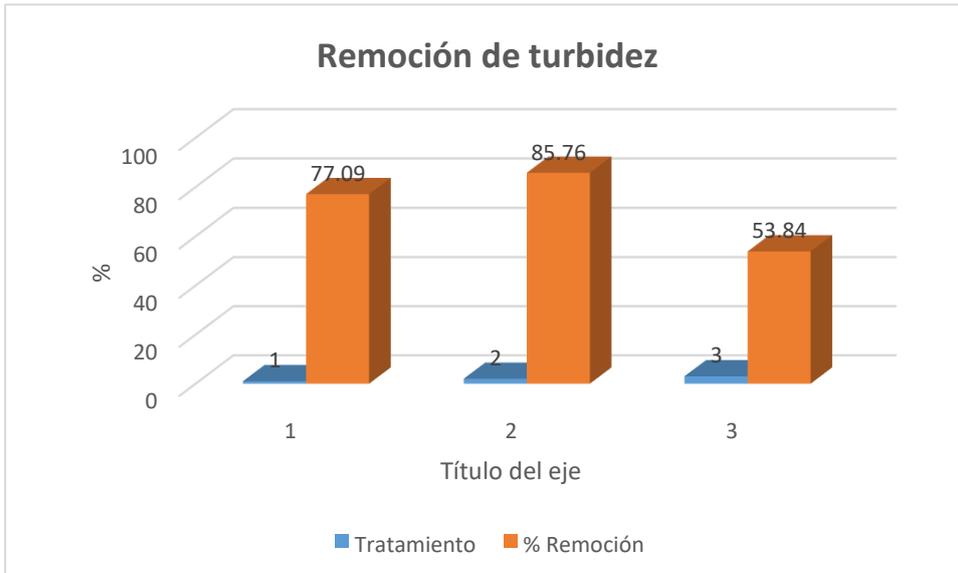


Figura 4. % de remoción de turbiedad.

Para el cálculo de los porcentajes de remoción de la turbidez en los tratamientos de agua residual de camal se utilizó las siguientes formulas:

1° tratamiento: %Remoción Turbidez=  $(85-19,47) / 85 \times 100 = 77.09\%$

2° tratamiento: %Remoción Turbidez=  $(85-12.10) / 85 \times 100 = 85.76\%$

3° tratamiento: %Remoción Turbidez=  $(85-39,23) / 85 \times 100 = 53.84\%$

## Demanda química de oxígeno

Tabla 7. Resultados de DQO

Tratamiento	Repeticiones	DQO (mg/l)
<b>T<sub>0</sub></b>		1500 1300
<b>1</b>	1	
	2	1310
	3	1315
<b>2</b>	1	971
	2	968
	3	975
<b>3</b>	1	1390
	2	1386
	3	1389

En la tabla se detalla los resultados de la DQO (demanda química de oxígeno) de la prueba control (1500 mg/l) y al mismo tiempo los 3 tratamientos con sus respectivas repeticiones de agua residual, donde el tratamiento 2 demuestra una mejor eficiencia en reducción de DQO del agua de camal.

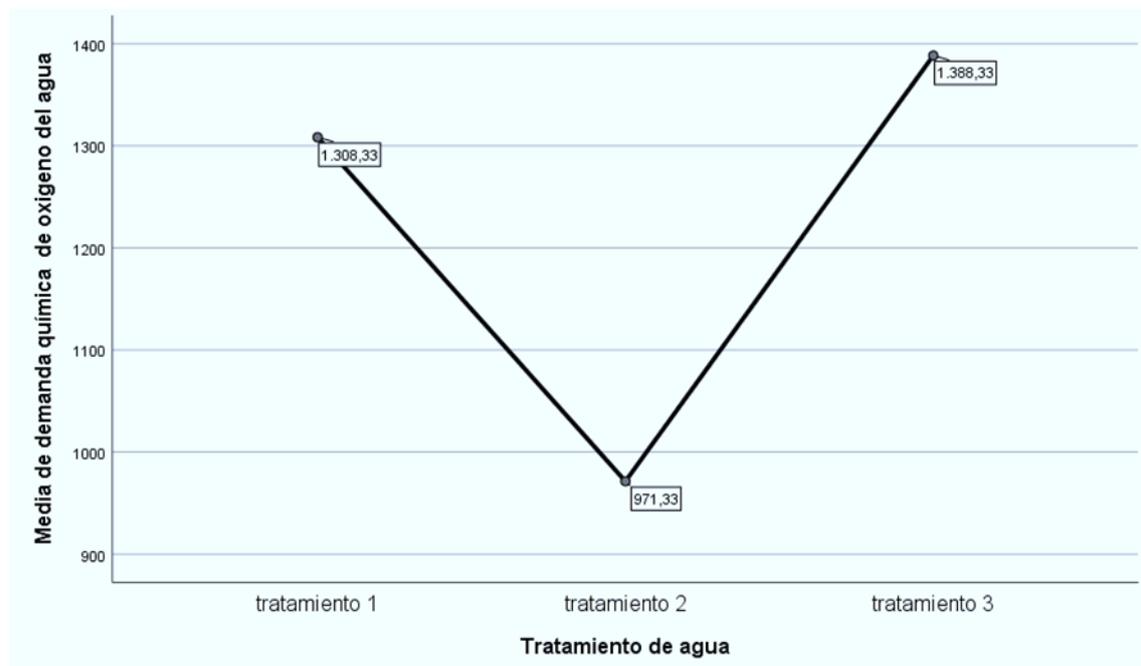


Figura 5. Promedio de tratamientos

En la figura se ve las medias de los resultados de demanda química de oxígeno del agua tratada, donde se muestra que en el primer tratamiento se adquirió un resultado de 1308,33 mg/l; en el segundo tratamiento 971,33 mg/l y en el tercer tratamiento 1388,33 mg/l. Así mismo se puede indicar que las mezclas del coagulante de *Opuntia ficus indica* y sulfato de aluminio del tratamiento 2 implicó ser más eficiente para la remoción de DQO. Por tal razón para 1 litro de agua de camal es necesario utilizar las mezclas de 30 ml de mucílago *Opuntia ficus-indica* y 40 ml de sulfato de aluminio.

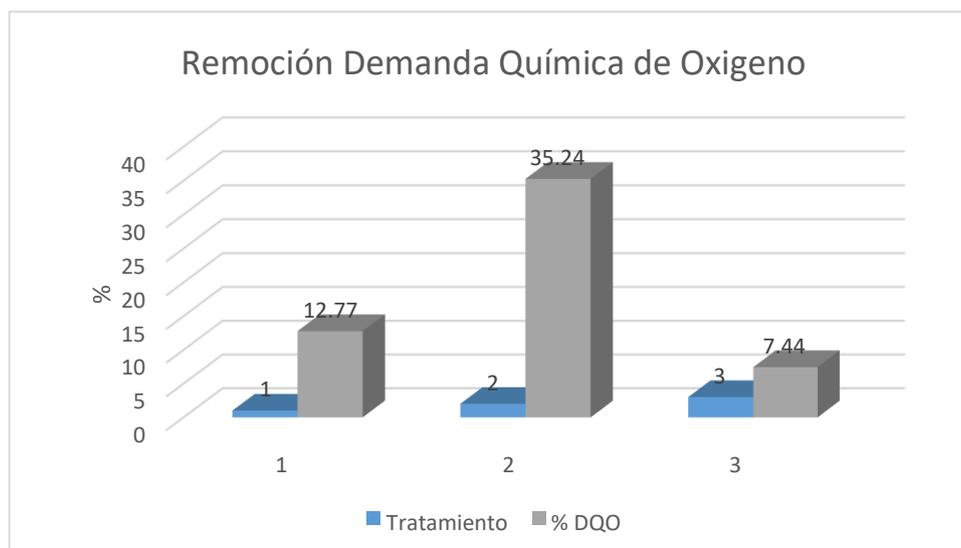


Figura 6. % Remoción Demanda Química de Oxígeno

Se halló el porcentaje de remoción de la Demanda Química de Oxígeno del agua residual de camal para poder calcular su eficiencia. Las fórmulas utilizadas se detallan a continuación:

$$\% \text{Remoción DQO} = (1500 - 1308,33) / 1500 \times 100 = 12.77\%$$

$$\% \text{Remoción DQO} = (1500 - 971,33) / 1500 \times 100 = 35.24\%$$

$$\% \text{Remoción DQO} = (1500 - 1388,33) / 1500 \times 100 = 7.44\%$$

## pH

Tabla 8. Resultados de tratamientos

Tratamiento	Repeticiones	
<b>T<sub>0</sub></b>		7.25
	1	8.01
<b>1</b>	2	8.02
	3	8
	1	8.05
<b>2</b>	2	8.02
	3	8.04
	1	8
<b>3</b>	2	8.01
	3	8.03

De la tabla anterior se especifica los resultados del potencial de hidrogeno de la prueba control (7.25) y al mismo tiempo también se detalla los 3 tratamientos con sus respectivas repeticiones de agua residual, donde todos los datos adquiridos se encuentran en un buen nivel.

Tabla 9. pH del agua

pH del agua	N	Media
tratamiento 1	3	8,01
tratamiento 2	3	8,04
tratamiento 3	3	8,01

En la tabla se observa las medias del potencial de hidrogeno del agua de los 3 tratamientos realizados (8,01; 8,04; 8,01) que son resultados de las 9 repeticiones con un intervalo de confianza de 95%. Además, es necesario precisar que los 3 tratamientos son eficientes por encontrarse en un límite permitido

## Oxígeno disuelto

Tabla 10. Resultados de oxígeno disuelto

Tratamiento	Repeticiones	Oxígeno disuelto (PPM)
<b>T<sub>0</sub></b>		2.66
	1	5.75
<b>1</b>	2	5.78
	3	5.77
	1	6.01
<b>2</b>	2	5.94
	3	5.90
	1	5.61
<b>3</b>	2	5.65
	3	5.68

En la tabla se detalla los resultados del oxígeno disuelto de la prueba control (2.66 PPM) y de los 3 tratamientos de agua residual de camal, donde el tratamiento 2 muestra niveles más elevados de presencia de oxígeno. Después de haber realizados los tratamientos al agua residual del camal este parámetro viene a subir su nivel ya que los coagulantes aplicados al agua son óptimos.

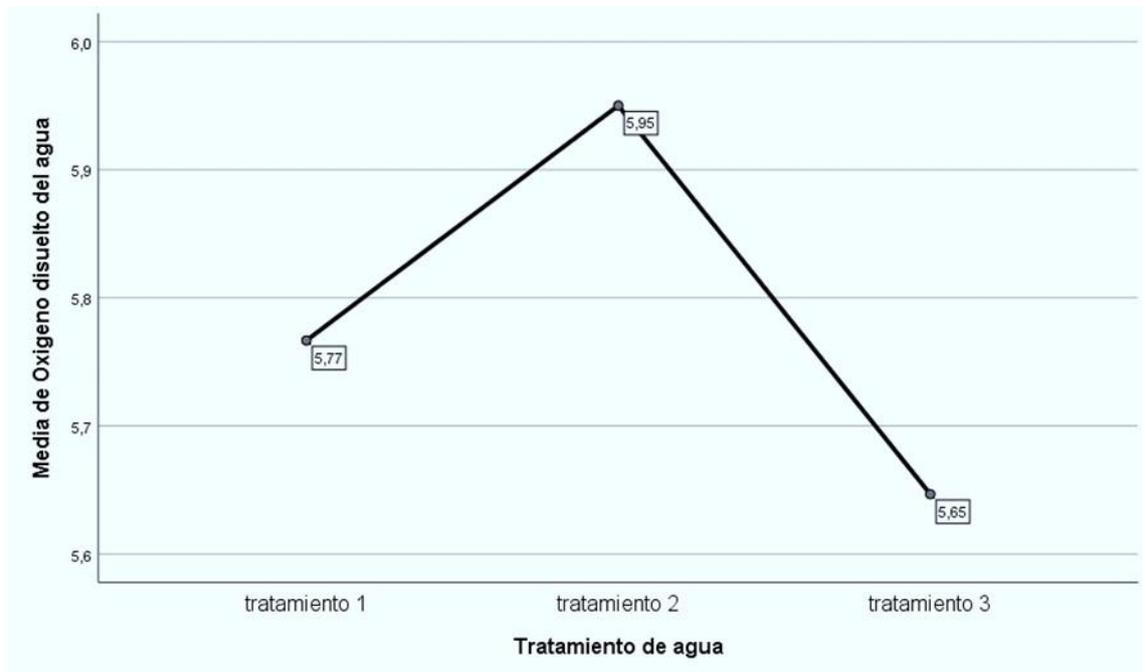


Figura 7. Promedio de tratamientos

En la figura se visualiza las medias de los resultados del oxígeno disuelto del agua tratada, donde se muestra que en el primer tratamiento se obtuvo un resultado de 5,77 PPM; en el segundo tratamiento 5,95 PPM; y en el tercero tratamiento 5,65 PPM. Por otro lado, se puede indicar que las mezclas del coagulante de *Opuntia ficus-indica* y sulfato de aluminio del tratamiento 2 resulto eficiente para tratar el oxígeno disuelto.

### **Demanda biológica de oxígeno**

Tabla 11. Resultados de DBO

<b>Tratamiento</b>	<b>Repeticiones</b>	<b>DBO (mg/l)</b>
<b>T<sub>0</sub></b>		751 584
<b>1</b>	1	
	2	586
	3	581
<b>2</b>	1	350
	2	351
	3	355
<b>3</b>	1	551
	2	575
	3	573

En la tabla se presenta los resultados de demanda biológica de oxígeno de la prueba control (751 mg/l), así mismo a los 3 tratamientos con sus respectivas repeticiones del agua residual, donde el tratamiento 2 muestra una excelente eficiencia en reducción de DBO.

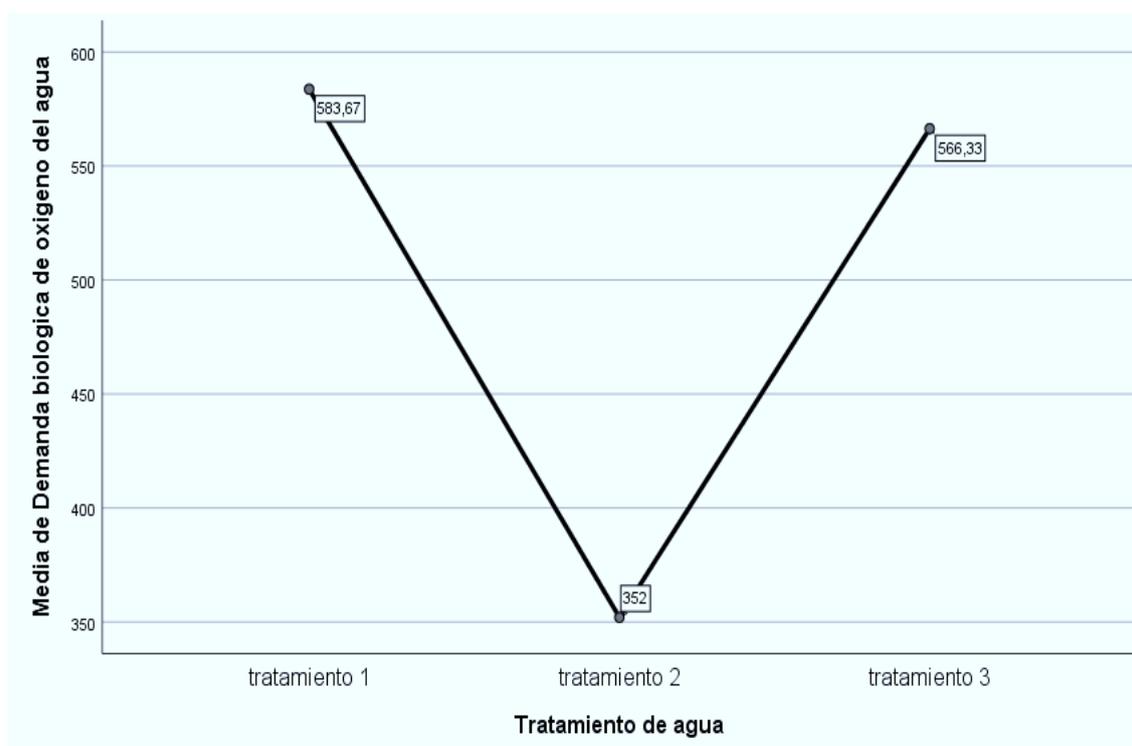


Figura 8. Promedio de tratamientos DBO

En la figura se ve las medias de los resultados de demanda biológica de oxígeno del agua tratada, en el que se pauta que para el primer tratamiento se adquirió un resultado de 583,67 mg/l; en el segundo tratamiento 352 mg/l; y en el tercer tratamiento 566,33 mg/l. Así mismo se puede mostrar que las mezclas del coagulante de *Opuntia ficus-indica* y sulfato de aluminio del tratamiento 2 resulto tener una alta eficiencia para tratar de minimizar la DBO (demanda biológica de oxígeno). Cabe indicar que el segundo tratamiento es el más eficiente (352 mg/l) por su alto nivel de remoción de DBO ya que antes de hacer el tratamiento se alcanzó un resultado de 751 mg/l, por tal razón para 1 litro de agua de camal es recomendable utilizar las mezclas de 30 ml de mucílago *Opuntia ficus indica* y 40 ml de sulfato de aluminio.

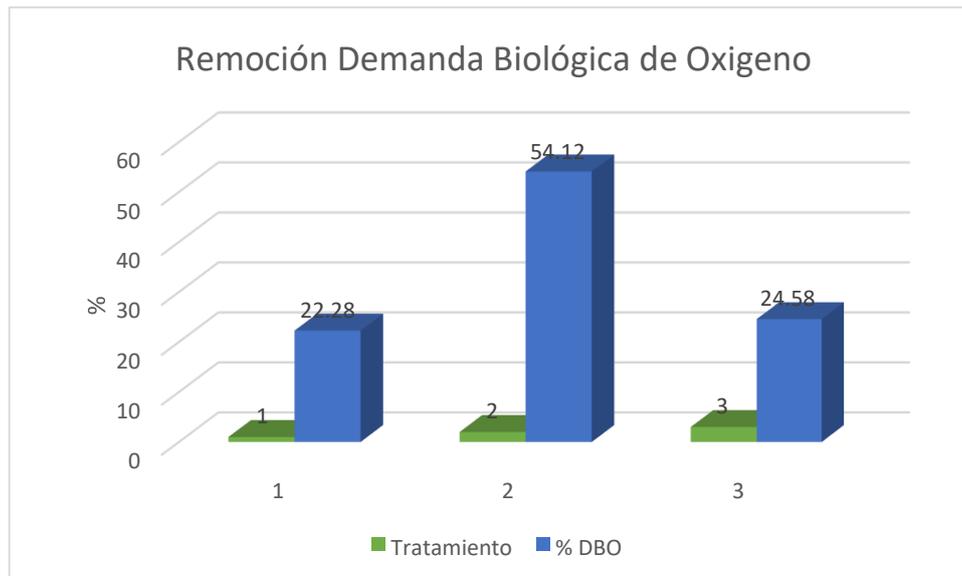


Figura 9. % Remoción Demanda Biológica de Oxígeno

Se dedujo el porcentaje de disminución de DBO de los 3 tratamientos ejecutados para el agua residual de camal. A continuación, se detalla las fórmulas utilizadas:

$$\% \text{Remoción DBO} = (751 - 583,67) / 751 \times 100 = 22.28\%$$

$$\% \text{Remoción DBO} = (751 - 352) / 751 \times 100 = 54.12\%$$

$$\% \text{Remoción DBO} = (751 - 566,33) / 751 \times 100 = 24.58\%$$

#### IV. DISCUSIONES

Los análisis evaluados del agua residual del camal de Pomalca antes de los tratamientos están elevados por contener un límite elevado de materia orgánica. La turbidez inicial fue de 85 NTU, QO 1500 mg/l, potencia de hidrogeno 7.25, oxígeno disuelto 2.66 PPM y la DBO es de 751 mg/. Por otra parte, Alcázar en Bolivia (2015) al aplicar el coagulante de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) en el tratamiento de aguas obtuvo un pH de 7.11 y una turbidez 75.5 NTU. Investigaciones de Morejón (2017) antes de aplicar el coagulante de tuna al agua obtuvieron una turbidez de 11,46 NTU un pH de 8.74.

La aplicación del coagulante natural a partir de *Opuntia ficus-indica* y el sulfato de aluminio favorece significativamente en el tratamiento de aguas servidas de camal. Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación en los 3 tratamientos turbidez son 19,47 NTU; 12,10 NTU; 39,23 NTU respectivamente. Apaza en Arequipa (2013) en su tesis logro tener resultados de turbidez de 18.34 NT y Torres en Lima (2017) en su tesis logra obtener después del tratamiento una turbidez de 8 NTU. Se puede decir que el primer y segundo tratamiento es similares por obtener resultados cercanos.

Así también se halló el porcentaje de remoción para el primer tratamiento de 77.09 %, segundo 85.76 % y el tercero 53.84 %, demostrando que el segundo tratamiento se obtuvo un porcentaje de disminución más alto. Del mismo modo Caldera et al (2011) en su investigación consigue tener rendimientos en remoción de 83 % - 96 %. También Villabona et al en Colombia (2013), menciona que arrojó un 70% remoción de turbiedad de aguas crudas con elevada turbidez inicial y Alcázar en Bolivia (2015) presento un porcentaje de disminución promedio del 90.82 % al 93.15 %.

La DQO obtenida para los tres tratamientos de agua residual son 1308,33 mg/l; 971,33 mg/l; 1388,33 mg/l respectivamente. Pero por otro lado Ore (2014) en su tesis resulta tener una demanda química de oxígeno del agua tratada de 523 mg/l y Molano (2016) tiene 1814 mg/l de DQO.

También se evaluó el porcentaje de disminución para cada tratamiento, consiguiendo los siguientes resultados para la investigación realizada 12.77%, 35.24%, 7.44%. Así mismo Ore (2014) adquirió un resultado equivalente a un 64.47%, muy cercano a Molano en Lima (2016) que tiene una eficiencia de remoción de 65.60% y según Caldera et al.; (2011) en el tratamiento de aguas residuales obtiene promedios de remoción de 80%-87%, siendo el porcentaje de remoción más alto que los datos obtenidos en la investigación.

El pH obtenido después del tratamiento ejecutado al agua residual para el primer tratamiento es 8,01; segundo 8,04; tercero 8,01 donde no hay ninguna diferencia significativa en los resultados. Estudios de Ore (2014) obtuvo un resultado de pH 8, muy similar a la investigación elaborada. Pero por otra parte Apaza en Arequipa (2013) en la purificación de aguas destinadas a cultivos consigue tener un pH 7.11. También Morejón en Ecuador (2017) realizó un trabajo de investigación titulado donde su pH obtenido del tratamiento de agua es 6.93.

El oxígeno disuelto del agua obtenido después del tratamiento aplicando las mezclas de los coagulantes de tuna y sulfato de aluminio son 5,77 PPM; 5,95 PPM; 5,65 PPM para los 3 tratamientos. Sin embargo, López en Ecuador (2015) en su tesis obtuvo resultados de 0,8 a 1,0 mg/l.

La demanda biológica de oxígeno del agua residual para los 3 tratamientos realizados en la investigación son los siguientes 583,67 mg/l; 352,00 mg/l; 566,33 mg/l. Sin embargo, López (2015) después de haber realizados tratamientos en una laguna de oxidación de aguas residuales obtuvo un DBO de 207,67 mg/l.

El porcentaje de disminución de la DBO de los 3 tratamientos de agua residual de camal obtenida en la investigación son 22.58 %, 53.12 % y 33.33 %, pero Alcarraz et al.; (2010), consigue tener porcentajes más altos de minimización de materia orgánica utilizando polycat CS-5460 representa el 96.58% para la DBO y para el sulfato de aluminio 93.87% para la DBO.

## V. CONCLUSIONES

La acción del Sulfato de aluminio y Tuna (*Opuntia ficus-indica*) en la reducción de materia orgánica en la purificación del recurso hídrico residual del camal municipal de Tumán son eficientes ya que se obtuvo buenos porcentajes de remoción de turbidez (77.09%, 85.76%, 53.84%) y materia orgánica DQO (12.77%,35.24%,7.44%).

Se Analizó el agua residual del centro de sacrificio municipal de Tumán el día jueves 15 de noviembre en el laboratorio de Biotecnología y Microbiología de la universidad César Vallejo en el cual se obtuvieron los siguientes resultados: Turbidez 85 NTU, DBO 751mg/l, DQO 1500mg/l y Oxígeno Disuelto 2.66ppm.

Se aplicó el sulfato de aluminio y Tuna (*Opuntia ficus-indica*) para la minimización de materia orgánica y turbidez del recurso hídrico residual del camal municipal de Tumán el día viernes 16 de noviembre en el laboratorio de biotecnología y microbiología de la Universidad César Vallejo.

Después de la utilización el del sulfato de aluminio y tuna (*Opuntia ficus-indica*) se realizó análisis Físicos, Químicos y Biológicos en los cuales se obtuvo los siguientes resultados en la remoción de turbidez: tratamiento 1 la media fue 19,47NTU; En el tratamiento 2 la media fue 12,10NTU y en el tratamiento 3 la media fue 39, 23NTU. En la remoción de la DQO las medias fueron Tratamiento 1 la media fue 1308,33mg/l; en el tratamiento 2 la media fue 971,33mg/l y en el tratamiento 3 la media fue 1388,33mg/l. En la remoción de la DBO las medias fueron Tratamiento 1 la media fue 583.67mg/l; en el tratamiento 2 la media fue 352 mg/l y en el tratamiento 3 la media fue 566,33mg/l.

Se comparó la eficiencia de sulfato y el nopal (*Opuntia ficus-indica*) de los tratamientos antes y después del análisis físico químico en la reducción de turbidez y materia orgánica de las aguas residuales del camal municipal de Tumán. El tratamiento más eficaz fue el numero 2 lográndose remociones de 85.76% con respecto a turbidez en cuanto a la materia orgánica en la DQO 35.24% y en la DBO 54.12%.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Usar coagulantes naturales provenientes de especies vegetales como complemento para tratar las aguas residuales para reducir el uso de productos químicos que genera contaminación ambiental.

Continuar con las investigaciones del mucilago de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) y mezclas con otros coagulantes naturales ya que estos coagulantes son amigables con el ambiente e inocuas para la salud humana. y además no alteran las propiedades del agua, permiten minimizar la turbidez y materia orgánica de las aguas residuales procedentes de un camal

Es necesario portar los equipos de seguridad de laboratorio (guantes, mascarilla, lentes de protección y bata) para poder manejar este tipo de aguas residuales ya que pueden causar daños para la salud.

Para la aplicación en las mezclas del coagulante se debe utilizar 20 ml de *Opuntia ficus indica* y 40 ml de sulfato de aluminio para 1 litro de agua de camal para tener un mejor rendimiento en remoción de la materia orgánica.

## VII. REFERENCIAS

MOREJÓN, Bayro. 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. Tesis (Magíster en Gestión Sustentable de Recursos Naturales). Ecuador: Universidad Técnica Del Norte, 2017.

BOKOVA, Mensaje de la Sra. Irina Bokova, Directora General de la UNESCO, con el motivo del Día Mundial del Agua. 2017.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN LA CIENCIA Y LA CULTURA, informe mundial de las naciones unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2017. aguas residuales: el recurso desaprovechado. 2017.

ISBN: 978-92-3-3000-300058-2

EL OEFA advierte problemática ambiental por déficit de tratamiento de las aguas residuales a nivel nacional [Mensaje en un sitio web]. Lima: OEFA., (24 DE JUNIO DE 2014). [fecha de consulta: 27 de abril de 2018] Recuperado de <https://www.oefa.gob.pe/noticias-institucionales/el-oefa-advierte-problematICAambiental-por-deficit-de-tratamiento-de-las-aguas-residuales-a-nivel-nacional>.

ALFIO, LEYVA. ALA identificó 45 fuentes contaminantes que afectan a mar lambayecano [en línea]. La república. PE. 22 de agosto de 2013 [fecha de consulta: 27 de abril de 2018] Disponible en: <https://larepublica.pe/archivo/733497-ala-identifico-45fuentes-contaminantes-que-afectan-a-mar-lambayecano>.

CALDERA, Yaxcelys. Eficiencia del sulfato de aluminio durante el tratamiento de aguas residuales de una industria avícola. Revista arbitrada venezolana del núcleo LUZ Costa Oriental del lago [en línea]. Septiembre-octubre 2011, n.º 2. [fecha de consulta: 28 de abril de 2018]. Disponible en <https://impactocientifico.files.wordpress.com/2015/10/3-artc3adculo-yaxcelys-calderay-colaboradores.pdf>

ISSN: 1836-5042.

FLÓREZ, Gustavo. Remoción de materia orgánica total en aguas residuales municipales a partir de procesos de coagulación-floculación. Revista Internacional de Investigación y Docencia [en línea]. Agosto-octubre 2016, n°4. [fecha de consulta: 28 de abril de 2018]. Disponible en <http://onlinejournal.org.uk/index.php/riid/article/view/49/46>.

TRUJILLO, Daniela. Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. Revista Ion [en línea]. Mayo 2013-mayo 2014, n°1. [fecha de consulta 28 de abril de 2018]. Disponible en [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120100X2014000100003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120100X2014000100003).

MÁSMELA, Patricia. Evaluación de almidón de MANIHOT ESCULENTA (YUCA) Y MUSA AAB SIMMONDS. (PLÁTANO) EN PROCESOS DE COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PTARD DEL PARQUE AGROINDUSTRIAL DE OCCIDENTE-PAO. Tesis (Titulo de ingeniería ambiental). Bogotá: Universidad nacional abierta y a distancia, 2017.

ORÉ, Adolf. Influencia del sulfato de aluminio y pH en la remoción de la materia orgánica para el tratamiento del agua residual del camal municipal de Chupaca. Tesis (Titulo de ingeniería químico). Huancayo: Universidad nacional del centro del Perú, 2017.

Mario y INCHE, Jorge. Tratamiento de efluentes de una planta procesadora de frutas. Revista de la facultad de Ingeniería Industrial UNMSM [en línea]. Octubre 2010enero 2011, n. °2. [fecha de consulta: 28 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/816/81619984013.pdf>

ISSN: 1560-9146.

CHALCO; Manuel. Determinación de la eficiencia del almidón de papa (*solanum tuberosum*) como auxiliar de coagulación del sulfato de aluminio en la remoción de turbidez del agua del río caplina. Tesis (Título de ingeniería Química). Tacna: Universidad nacional Jorge Basadre grohmann, 2016.

MOLANO; Jasmin. Tratamiento de efluentes de la industria alimentaria por coagulación-floculación utilizando almidón de *solanum tuberosum* L. 'papa' como alternativa al manejo convencional. Tesis (Título profesional de licenciada en biología). Lima: Universidad Ricardo Palma, 2016.

Ley n°177521. Autoridad Nacional Del Agua, Lima, Perú,30 junio,2016.

SIERRA, Carlos. Calidad Del Agua Evaluación y Diagnostico. [en línea]. 1.<sup>a</sup> ed. Colombia: Ediciones de la u., 2011[fecha de consulta:1 de mayo de 2018]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/vladyvostok/calidad-del-agua-evaluacin-y-diagnostico>

ISBN: 978-958-8692-06-7.

DAVIS, Mackenzie y MASTEN, Susan. Ingeniería y ciencias ambientales-Mexico: McGraw-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.DE C.V, 2005. 47, 52,53 PP.

ISBN: 13:978-970-10-4978-5

FLORES; Mercedes. "Propuesta de un sistema de tratamiento para la reutilización de aguas residuales generadas en el servicio de lavado del concesionario nor autos Chiclayo s.a.c.". Tesis (Título de Ingeniero industrial). Chiclayo: Universidad católica santo Toribio de Mogrovejo, 2015.

ORTIZ. Jesús. Tratamientos avanzados de agua potable para la eliminación de materia orgánica disuelta: Aplicación del BAC. Tesis (Doctoral). Madrid: Universidad Politecnica De Madrid, 2015.Disponible en: [http://oa.upm.es/37280/1/Jesus\\_Ortiz\\_Mingo.pdf](http://oa.upm.es/37280/1/Jesus_Ortiz_Mingo.pdf)

RAZURI; Kriss. Disminución del contenido de la DBO<sub>5</sub> 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. Tesis (Título profesional de Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo), 2017. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3588/Razuri\\_MKE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3588/Razuri_MKE.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

MAZA; Diego. Validación de métodos analíticos para: DBO, DQO, nitritos, sólidos totales, cloruros y dureza total para análisis de aguas naturales, aguas de consumo humano y aguas residuales en el laboratorio de Ingeniería Ambiental. Tesis (Titulación De Ingeniero Químico). Loja: Universidad técnica particular de Loja),2013. Disponible en: <http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/6965/1/Tesis%20Diego%20Maza.pdf>.

ROMERO, Jairo. Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principios de diseño. 1.<sup>a</sup> ed. Colombia: E. Colombiana de Ingeniería.2004. 20pp.

ISBN: 9789588060132

CORONEL, Katari y VILA, Gerson. Remoción de contaminantes de las aguas residuales urbanas del colector parra del riego por el método de electrocoagulación mediante paneles fotovoltaicos, a nivel de laboratorio. Tesis (Titulación De Ingeniero Químico). Huancayo: Universidad nacional del centro del Perú,2013. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1488/TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MARÍN, A., OSÉS, M. Operación y Mantenimiento de plantas de tratamiento de aguas residuales con el proceso de lodos activados. 1a Ed. (2013); p. 3-22; 88-94.

MARTÍN G. et al. Guía sobre tratamiento de aguas residuales urbanas para pequeños núcleos de población. 1a ed. (2006); p. 21-51.

SANTOS, J. Tratamientos de las aguas residuales (junio. 2010)

DÉNIZ, Fabián. Análisis estadístico de los parámetros DQO, DBO<sub>5</sub> y SS de las aguas residuales urbanas en el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa. Tesis

(Tesis Doctoral). Las Palmas de Gran Canaria. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.2010. Disponible en [https://acceda.ulpgc.es:8443/xmlui/bitstream/10553/4858/2/0622200\\_00000\\_0000.pdf](https://acceda.ulpgc.es:8443/xmlui/bitstream/10553/4858/2/0622200_00000_0000.pdf)

POMA, Johanna y QUISPE, Pamela. Remoción de contaminantes de aguas residuales urbanas por el método de electrocoagulación. Tesis (Titulación de ingeniero química). Huancayo. Universidad nacional del centro del Perú.2016. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3757/Poma%20JavierQuispe%20Sanca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CUEVA, Joel. Diseño de experimentos en la remoción de metales pesados en aguas residuales de la industria minera por procesos de coagulación con sulfato ferroso. Tesis (Licenciado en química). Lima. Universidad nacional de ingeniería.2014. Disponible en [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/4444/1/cueva\\_ch.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/4444/1/cueva_ch.pdf)

Rodríguez Salcedo, Carlos. Uso y control del proceso de coagulación en plantas de tratamiento de agua potable. Universidad de Sucre. 2008. p. 43-53

Andía Cárdenas, Yolanda. Tratamiento de agua: Coagulación y floculación. Evaluación de plantas y Desarrollo tecnológico. Sedapal. Lima. 2000. p. 8-28

Rivera, Roger Eficiencia de coagulante natural obtenidos de yuca (manihot esculenta) y plátano (musa paradisiaca) para remover turbidez y escherichia coli del riachuelo santa\_perené\_chanchamayo. Tesis (Titulo Ingeniero Ambiental). Lima. Universidad cesar vallejo.2017. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3594/Rivera\\_HRH.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/3594/Rivera_HRH.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

ALCAZAR, Daniela. Aplicación de un coagulante natural obtenido a partir de la penca de tuna (opuntia ficus indica) para la mejora de la calidad en aguas de consumo en la localidad de Achocalla. Proyecto (Ingeniero químico industrial). Bolivia: Universidad Mayor De San Andres, 2015

RAMÍREZ, María. Propiedades funcionales de hoy. 1a. ed. México, D.F: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, 2017. 38 pp. ISBN: 978-84-945603-4-7.

SAENZ, Carmen. Utilización agroindustrial del nopal. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2006. 146. pp.  
ISBN: 978-92-5-305518-0.

ROMERO, Rojas Jairo. Calidad Del Agua. Departamento de Bioquímica de la Universidad San Francisco Xavier, 1990.

RÍOS, Juan y Verónica QUINTANA 2004. Manejo general del cultivo del nopal. Material de enseñanza. México, Puebla, San Luis de Potosí, Tabasco, Veracruz, Córdoba: Colegio de Postgraduados.

OLIVERO, Rafael, AGUAS, Yelitza, MERCADO, CASA, Iván, MONTES, Luz. Utilización de Tuna (opuntia ficus-indica) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas. Revista AVANCES investigación en ingeniería 2014. ISSN: 1794-4953

MUÑOZ, Deyanira. Sistema de tratamiento de aguas residuales de matadero: para una población menor 2000 habitantes. Facultad de ciencias agropecuarias. [En línea].Noviembre 2004-Febrero 2015.nº1. [Fecha de consulta 24 de mayo de 2018]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6117975.pdf>

LAWRENCE Et al (2004) “Physicochemical treatment processes-4: coagulación and flocculation” Handbook of environmental engineering. Vol.3:103-138RODRÍGUEZ, Carlos. Operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua. Santafé de Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 1995. 115 p.

## ANEXOS

### PLAN DE ACCIÓN TESIS-INGENIERÍA AMBIENTAL-2018

#### PLAN DE ACCIÓN TESIS-INGENIERÍA AMBIENTAL-2018

##### **I. DATOS GENERALES**

1.1. Ubicación: Camal Municipal de Tumán-Chiclayo.

1.2. Propietario: Municipalidad Distrital de Tumán.

1.3. Duración: 4 meses

1.3.1. Inicio: setiembre 2018

1.3.2. Término: diciembre 2018

1.4. Responsable: Córdova Merino Erick André.

##### **II. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN**

“APLICACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO Y TUNA (*Opuntia ficus-indica*) PARA LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGANICA Y TURBIDEZ DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CAMAL MUNICIPAL TUMÁN 2018”

##### **III. JUSTIFICACIÓN**

Los motivos que impulsan la realización del presente trabajo de investigación son de carácter académico tecnológico, puesto que al encontrar como problema la mala gestión de la calidad del agua en el camal municipal de Tumán debido al arrojado de contaminantes, se hace necesario aplicar tratamientos para mejorar la calidad del agua, permitiendo hacer propuestas que sirvan para su mejora.

##### **III. OBJETIVOS 3.1 Objetivo general**

Obtener el mucilago de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) en el departamento de Lambayeque para la remoción de materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal de Tumán.

### 3.2Objetivos Específicos

Recolectar las muestras de las aguas residuales del camal municipal de Tumán

Evaluar sus propiedades Físicas y Químicas del agua residual del camal municipal de Tumán.

Aplicar las dosis de sulfato de aluminio y Tuna (*Opuntia ficus-indica*) a través de las pruebas de jarras para la remoción de materia orgánica y turbidez.

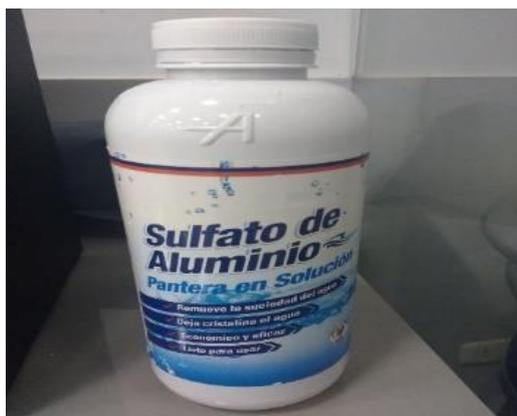
Evaluar el nivel de turbidez y materia orgánica de las aguas residuales después de la utilización el del sulfato de aluminio y tuna (*Opuntia ficus-indica*).

#### IV. DESCRIPCIÓN DEL PLAN Reconocimiento de campo (Camal Municipal del Distrito de Tumán)



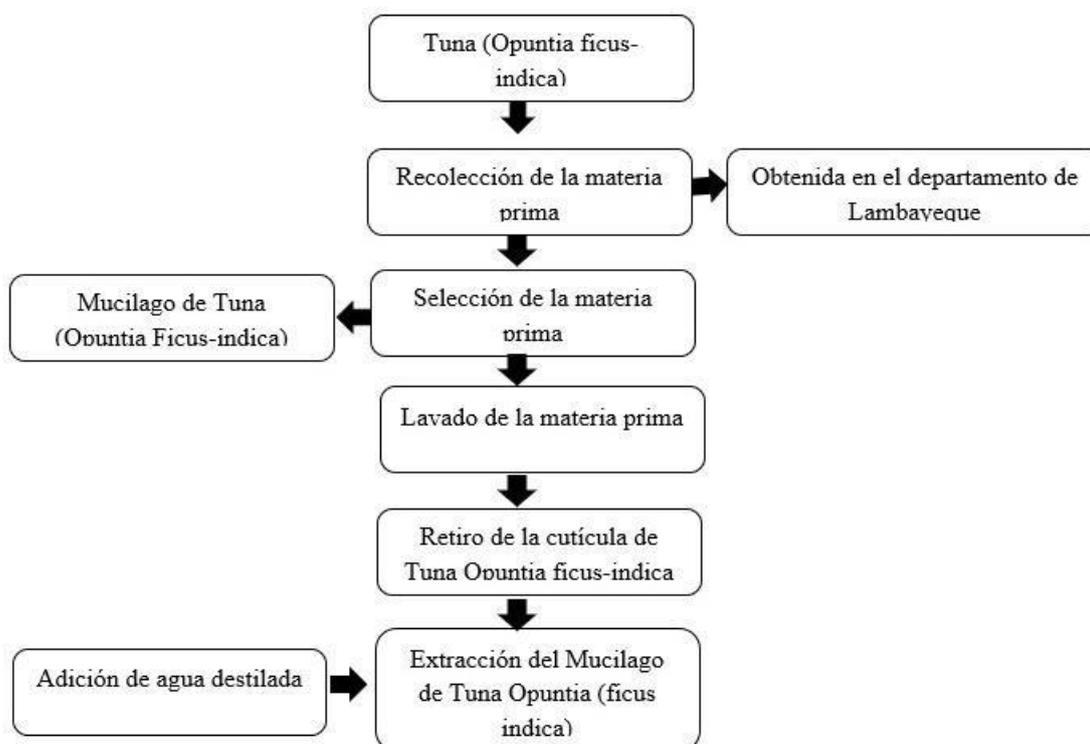
#### FASE 1: Adquisición del Coagulante Químico y Natural.

El coagulante químico se encontraba en estado diluido en el laboratorio de la universidad Cesar Vallejo.



Sulfato de Aluminio tipo A.

### Diagrama de flujo de proceso de Extracción del Mucilago de Tuna-Opuntia ficus-indica



#### **Recolección de la Tuna (*Opuntia ficus-indica*):**

Para iniciar el proceso se obtuvo una penca de Tuna-en Provincia de Chiclayo perteneciente al departamento de Lambayeque, luego de cerciorarnos que era la especie de Nopal (*Opuntia ficusindica*), cuyo peso total fue de 600g.

**Selección de la materia prima Tuna (*Opuntia ficus-indica*):**



Peso de la tuna (*Opuntia ficus-indica*).

**Lavado de la materia prima Tuna (*Opuntia ficus-indica*).**

Se llevo a cabo el proceso de lavado para retirar sustancias que puedan afectar a los tratamientos que se aplicarán.



Lavado de tuna

**Retiro de la cutícula de Tuna (*Opuntia ficus-indica*).**

Después de retirar la cutícula se procedió a cortarla en cuadros y ponerlos en un recipiente se dejó reposar por un tiempo de 15 minutos, finalmente lo ponemos a colar para extraer el mucílago.



## Extracción del mucilago de Tuna (*Opuntia ficus-indica*)



### Fase 2: Análisis Físicos, Químicos y Biológicos:

#### Biológicos:

DBO: Consumo de oxígeno presente en el agua por microorganismos.

La DBO tendrá una incubación por 5 días.

Es recomendable para hacer el análisis de DBO primero se realice la de la DQO.

### Fase 3: Proceso de la Prueba de Jarras:

Tratamientos a Aplicar.

Testigo	Prueba	Cantidad de agua (l)	Cantidad de mucilago (ml)	Cantidad de sulfato de aluminio (ml)	Agitación (minutos)	Repeticiones
Agua residual	T 1	1	20	40	5	3
	T 2	1	30	40	5	3
	T 3	1	40	40	5	3

## 4.1. Actividades de identificación y selección del campo experimental

El presente proyecto se localiza en el distrito de Tumbán, provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque (27/10/18)



## 4.2. Actividades en el campo experimental elegido

### 4.2.1. Recolección de muestras

La recolección de muestras se llevó a cabo el día jueves 15 de noviembre en el camal Municipal de Tumbán-Chiclayo a las 5pm hora previa coordinación con veterinaria encargada de dicha Área.

## V. RECURSOS A. Recursos Humanos

Cámara digital

Calculadora

Fascos para Recolección de muestras.

## B. Recursos Materiales y Equipos

Guardapolvo	Guantes	Botellas Winkler
Libreta	Turbidímetro	Mascarilla
Lapicero	Agua destilada	
Probeta de plástico 250ml.	Erlenmeyer de	Oxímetro
100ml	Pipeta graduada de	Bureta plástica de
	10ml.	



Recolección de muestras.



DQO muestra control.



Determinación de la DQO.



Prueba de Jarras.



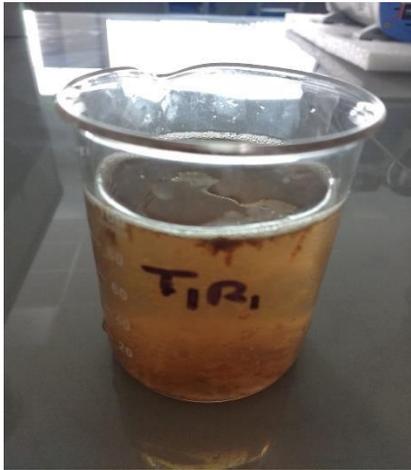
Filtración



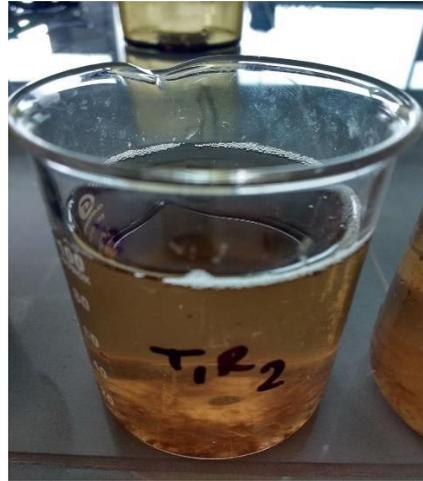
Oxígeno Disuelto.



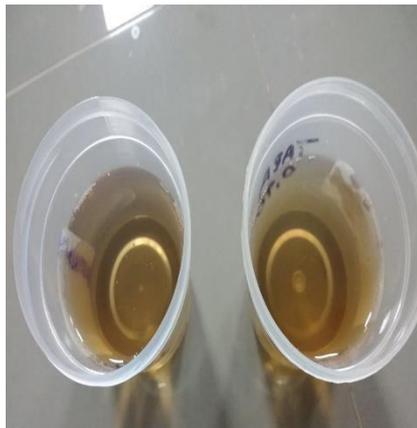
Turbidez Muestra T1-R2



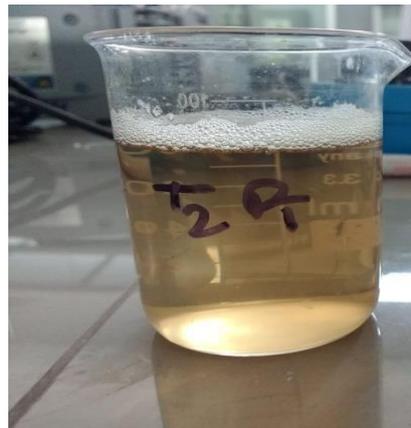
Tratamiento 1-R1



Tratamiento 1-R2



Tratamiento 2



Tratamiento 2-R1

## Resultados de análisis físico químicos laboratorio de biotecnología y microbiología



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS : Análisis fisicoquímico  
 USUARIO : Erick André Córdova Merino  
 N° DE MUESTRA : 10  
 TIPO DE MUESTRA : Agua residual  
 FECHA DE EMISIÓN : 23 de Noviembre del 2018

RESULTADOS:

N° DE MUESTRA	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	EQUIPO
C1	TURBIDEZ	85	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	1500	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	7.25	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	OXIGENO DISUELTO	2.66	PPM	OXÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	751	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T1- R1	TURBIDEZ	19.3	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	1300	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.01	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	OXIGENO DISUELTO	5.75	PPM	OXÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	584	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T1- R2	TURBIDEZ	20.1	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	1310	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.02	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	OXIGENO DISUELTO	5.78	PPM	OXÍMETRO



CAMPUS CHICLAYO  
 Carretera Pimentel Km. 3.5  
 Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	586	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T1- R3	TURBIDEZ	19.02	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	1315	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.00	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	OXIGENO DISUELTO	5.77	PPM	OXÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	581	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T2- R1	TURBIDEZ	12.8	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	971	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.05	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	OXIGENO DISUELTO	6.01	PPM	OXÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	350	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T2- R2	TURBIDEZ	11.50	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	968	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.02	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	OXIGENO DISUELTO	5.94	PPM	OXÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	351	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T2- R3	TURBIDEZ	12.0	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	975	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.04	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	OXIGENO DISUELTO	5.90	PPM	OXÍMETRO



	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	355	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T3- R1	TURBIDEZ	39.8	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	1390	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.00	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	OXIGENO DISUELTO	5.61	PPM	OXÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	551	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T3- R2	TURBIDEZ	38.5	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	1386	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.01	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	OXIGENO DISUELTO	5.65	PPM	OXÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	575	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
T3- R3	TURBIDEZ	39.4	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	1389	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.03	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	OXIGENO DISUELTO	5.68	PPM	OXÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	573	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)

Nota: la muestra fue tomada por el usuario, el laboratorio no se responsabiliza.

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA



### Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TECNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿De qué manera la aplicación de sulfato de aluminio y tuna (Opuntia ficus-indica) reducirá la materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal de Tumán?	<p><b>GENERAL</b></p> <p>Determinar la acción del sulfato de aluminio y Tuna (Opuntia ficus-indica) en la remoción de materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal de Tumán.</p> <p><b>ESPECÍFICOS</b></p> <p>Identificar el nivel de turbidez y materia orgánica de las aguas residuales del camal municipal de Tumán mediante el análisis físico químico.</p> <p>Aplicar sulfato de aluminio y Tuna (Opuntia ficus-</p>	<p>H1: La acción de sulfato de aluminio y tuna (Opuntia ficus-indica) reducirá la materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal Municipal de Tumán.</p>	<p>V.D:</p> <p>Materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal de Tumán.</p>	<p>Aplicada</p>	<p>La población está compuesta por el caudal de aguas residuales del camal municipal de Tumán.</p>	<p>De gabinete</p> <p>De campo</p>	<p>En este actual trabajo de investigación se aplicará la estadística descriptiva, empleando el software Excel, donde se interpretará los resultados de los tratamientos hechos en el laboratorio de la Universidad César Vallejo Chiclayo.</p>

				<b>DISEÑO</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	
	<p>indica) para la remoción de materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal de Tumán.</p> <p>Evaluar el nivel de turbidez y materia orgánica de las aguas residuales del camal municipal de Tumán después de la utilización del sulfato de aluminio y tuna (Opuntia ficus-indica).</p> <p>Comparar la eficiencia de los tratamientos antes y después del análisis físico químico en la remoción de materia orgánica y turbidez en las aguas residuales del camal municipal de Tumán.</p>		<p>V.I:</p> <p>Sulfato de Aluminio y Tuna (Opuntia ficus-indica).</p>		<p>La muestra está constituida por 10 litros de agua residual recolectada del camal municipal de Tumán.</p>	<p>Turbidímetro</p> <p>Fotómetro</p> <p>pH-metro</p> <p>Oxímetro</p> <p>Método OD (5 Días)</p> <p>Balanza analítica</p>	

## Acta de aprobación de originalidad de tesis



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### ACTA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, **CAJAN ALCANTARA, JOHN WILLIAM**, docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad "César Vallejo" – Filial Chiclayo, revisor e la tesis titulada:

**"Aplicación de sulfato de aluminio y tuna (*Opuntia ficus-indica*) para la remoción de materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del Camal Municipal Tumán 2018"**

Del estudiante de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental: **ERICK ANDRÉ CÓRDOVA MERINO**, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 17% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin

**El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.**

Chiclayo, 21 de setiembre del 2019

Dr. John William Caján Alcántara  
CIP. N° 192264 / CPP. N° 278925

## Autorización de publicación de tesis en el repositorio institucional UCV

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 11-07-2019 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo ERICK ANDRE CORDOVA MERINO, identificado con DNI N° 48696763, egresado de la Escuela Profesional de INGENIERIA AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "APLICACIÓN DE SULFATO DE ALUMINIO Y TUMALORUOTA FICHA (INDICA) PARA LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGANICA Y TURBIDEZ DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL CANTON MUNICIPAL TUMÁN 2019" en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 48696763

FECHA: 11 de JULIO del 2019.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## Autorización de la versión final del trabajo de investigación



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

### AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P de Ingenieros Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Erick André Córdoba Merino

INFORME TITULADO:

"Aplicación de sulfato de aluminio y tona (Opuntia ficus-indica) para la remoción de materia orgánica y turbidez de los aguas residuales del comal municipal Tumbay 2018"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 19 de junio del 2019

NOTA O MENCIÓN: Aprobado por unanimidad

