

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES  
Escuela Profesional de Administración



*Una Institución Adventista*

**Coagulante a base de tuna (*Opuntia ficus indica*) en el reuso de  
agua para riego de cultivos de hortalizas 2019**

Por:

Josué Silvano Velásquez peña

Asesor:

Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

**Tarapoto, diciembre de 2019**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

*Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo*, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: ***“Coagulante a base de tuna (opuntia ficus indica) para su reuso como agua para riego de cultivos de hortalizas 2019”*** constituye la memoria que presenta el estudiante Josué Silvano Velásquez Peña; para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión, bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en Morales, a los 02 días del mes de diciembre del año 2019.



---

Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

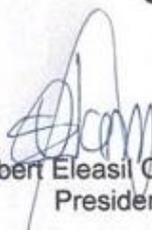
Asesor

Coagulante a base de tuna (opuntia ficus indica) para su reuso como  
agua para riego de cultivos de hortalizas 2019

## TRABAJO DE INVESTIGACION

Presentada para optar el grado de bachiller de Ingeniería Ambiental

### JURADO CALIFICADOR

  
Mg. Delbert Eleasii Condori Moreno  
Presidente

  
Mtra. Dayani Shirley Romero Vela  
Secretario

  
Mg. Andres Erick Gonzales Lopez  
Vocal

  
Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo  
Asesor

Morales, 02 de Diciembre de 2019

## Resumen

Dada la problemática social y ambiental generada por el vertimiento de aguas residuales sin previo tratamiento, se lleva a cabo la presente investigación que tuvo como objetivo evaluar la eficiencia del coagulante a base de tuna (*Opuntia ficus indica*) en el tratamiento de aguas residuales domésticas para reuso como riego de cultivos de hortalizas-2019. Para dar cumplimiento al objetivo planteado se obtuvo coagulante natural. Haciendo uso del test de jarras se aplicó en 3 muestras de agua residual en diferentes concentraciones (600, 700 y 800 mg/l), a una velocidad de agitación de 100 rpm durante un minuto, luego se adicionó el coagulante y se disminuyó la velocidad a 30 rpm, pasado este tiempo se dejó reposar por 30 min, luego se tomó la muestra y se envió al laboratorio referencial de salud pública para los respectivos análisis. Los resultados obtenidos fueron comparados con el D.S N° 003-2010-MINAM. Los parámetros evaluados que cumplieron con los Límites Máximos Permisibles fueron pH y temperatura, mientras tanto los coliformes termotolerantes no se observó disminución en la carga microbiana pues los resultados obtenidos estuvieron por sobre los límites establecidos en la normativa. Por lo tanto concluimos que el método empleado en este proyecto es ineficiente para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

**Palabras claves:** test de jarras, vertimiento de aguas, eficiencia del coagulante.

## Abstract

Given the social and environmental problems generated by the discharge of wastewater without prior treatment, the present investigation was carried out that aimed to evaluate the efficiency of the prickly pear coagulant (*Opuntia ficus indica*) in the treatment of domestic wastewater for reuse as irrigation of vegetable crops-2019. To fulfill the objective set, natural coagulant was obtained. Using the jar test, it was applied in 3 samples of residual water in different concentrations (600, 700 and 800 mg / l), at a stirring speed of 100 rpm for one minute, then the coagulant was added and the speed decreased at 30 rpm, after this time it was allowed to stand for 30 min, then the sample was taken and sent to the public health reference laboratory for the respective analyzes. The results obtained were compared with the D.S N ° 003-2010-MINAM. The parameters evaluated that met the Maximum Permissible Limits were pH and temperature, while both the thermotolerant coliforms were not observed a decrease in the microbial load because the results obtained were above the limits established in the regulations. Therefore we conclude that the method used in this project is inefficient for the treatment of domestic.

**Keywords:** pitcher test, water vertiminet, coagulant efficiency.

## 1. Introducción

Uno de los problemas socio ambientales más grandes que enfrenta la humanidad es la contaminación de los cuerpos de agua a consecuencia de la inadecuada disposición de sus desechos más esenciales: las excretas, las cuales son descargadas en grandes cantidades causando el deterioro del agua volviéndola no apta para el consumo (Fioravanti & Vega, 2003).

En la actualidad la mayoría de municipios no cuentan con una disposición adecuada de las aguas residuales municipales, debido a que no existe una infraestructura para el tratamiento de las mismas esto se da debido a la falta de recursos, conocimientos o simplemente falta de interés ocasionando un problema ambiental muy significativo, [...], en los cuerpos de agua hacia donde son vertidos sin previo tratamiento destruyendo los ecosistemas acuáticos, también afectando de forma indirecta a la agricultura, [...], es imprescindible que podamos encontrar la forma de que las aguas residuales antes de ser vertidas se encuentren dentro del rango establecidos en los estándares nacionales (Organismo de evaluación y fiscalización ambiental, 2014).

Las aguas residuales tienen pros y contras para la agricultura. Se han realizado estudios que indican que las aguas residuales contienen diversos nutrimentos químicos como: Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, B, P y N entre otros, pero también contienen elementos tóxicos como: Cd, Hg, Pb y As (Núñez, 2015).

Al utilizar aguas residuales domésticas para riego de cultivos, el problema por lo general es más de índole microbiológico que químico pues la presencia de nutrientes mejora la producción y disminuye la necesidad de fertilizantes de tal forma que el tratamiento que se le debe dar a estas aguas va enfocado en la remoción de coliformes fecales y huevos de helmintos los cuales son muy perjudiciales para la salud humana, pues basta con ingerir un solo organismo de estos nos podría causar enfermedades, a diferencia de las bacterias que se tendrían que ingerir millones para que lleguen a tornarse patógenas (Sandoval, 2016).

Para poder reusar las aguas contaminadas estas tienen que pasar por una serie de etapas convencionales siendo los más importantes los procesos de coagulación y floculación los cuales son esenciales y eficaces en el tratamiento de las aguas residuales. Es a partir de estos procesos físicos y químicos que se logra la eliminación de sólidos totales suspendidos, turbidez, color y metales pesados lo que conlleva a la reducción de la Demanda Química de oxígeno (DQO) (Bravo, 2017).

En el Perú las enfermedades infecciosas continúan siendo una de las principales causas de mortalidad y morbilidad en la población, especialmente en los niños menores de cinco años. La insuficiente cobertura de tratamiento de las aguas residuales domésticas y la existencia de miles de hectáreas de cultivos regados con aguas contaminadas con desagües domésticos que se vierten a los ríos sin un tratamiento adecuado, implican un alto riesgo de diseminación de enfermedades entéricas (Autoridad nacional del Agua, 2016).

Las hortalizas son alimentos de consumo crudo y/o cocido, y al ser de tallo corto son más susceptibles de absorber y acumular los contaminantes microbiológicos del agua por lo tanto para el riego de estos cultivos se requiere una alta calidad sanitaria y se debe tener un continuo control sobre todo en los que se consumen crudos (Moscoso, 1987).

Por estas razones, se considera pertinente buscar fuentes naturales para la producción de coagulantes amigables con el medio ambiente y más accesibles a las economías emergentes de los países en vía de desarrollo. Las fuentes de obtención ideales no deben afectar la cadena alimenticia y tener una mínima o nula toxicidad. Allí radica la importancia de este proyecto, donde se pretende obtener un coagulante natural.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Materiales

Tabla 1.  
Materiales y equipos

EQUIPOS	MATERIALES	MUESTREO	LIMPIEZA	EPPS
GPS	Laptop	Frasco de vidrio	Agua destilada	Guardapolvo
Multiparámetro	Hoja de registro de datos de campo	Balde de plástico transparente de primer uso y limpios	Jabón líquido	Mascarilla
Cámara fotográfica	Marcadores de tinta indeleble	Guantes descartables	Legía	Guantes de neopreno
Balanza analítica	Lapicero	Mascarilla		
Estufa	Cinta de embalaje			
Test de Jarras	Cadena de custodia			
	Agua destilada			
	Papel crack			
	Papel aluminio			
	Tamiz			
	Mortero			
	Pilon			
	Pipeta			
	Pipeteador			
	Vaso precipitado			
	Probeta			

Fuente: Elaboración propia

### 2.2. Métodos

#### 2.2.1. Bioseguridad

- Guantes de látex: Los guantes crean una barrera entre los microbios y las manos. Ayudan a mantener las manos limpias y disminuyen la probabilidad de contraer microbios que puedan provocar enfermedades.
- Guantes de neopreno: Los guantes de neopreno son muy flexibles y, aunque no son tan resistentes al corte, enganches o abrasiones como lo son los guantes de nitrilo, ofrecen una excelente resistencia ante solventes, sustancias grasas, causticas y ácidas.

- Gorros desechables: Es una gorra con viciara y malla; se utiliza para el manejo de alimentos y algunos procesos de laboratorio, donde se requiere cubrir el cabello.
- Guardapolvo: La bata es una prenda habitual en los laboratorios, lugares para la experimentación científica, y se usa, principalmente, con el fin de proteger la ropa y la piel en caso de que una sustancia química amenace con derramarse.
- Mascarilla desechable: la mascarilla desechable es para la protección contra partículas sólidas, líquidas. Pero hay mascarilla especial de laboratorio recomendada por la OMNS que proporciona máxima protección la manipulación de sustancias altamente toxicas.

### **2.2.2. Recolección de muestras**

- Búsqueda de libros, revistas, documentos y artículos virtuales que permitan obtener la información bibliográfica necesaria para la ejecución del presente trabajo.
- Coordinar con el encargado y solicitar los permisos para poder hacer uso del laboratorio.
- Asegurarnos de contar con los equipos e instrumentos para el desarrollo del proyecto.
- Elaboración de formatos de campo.

### **2.2.3. Etapa de campo**

#### **2.2.3.1. Test de jarras**

Es un método de simulación del proceso de coagulación, floculación y sedimentación. Los factores de control para la realización del Test de Jarras son la variación de agitación rápida y lenta, tiempo de sedimentación, dosis del coagulante, pH y temperatura en dosis de 600, 700 y 800 mg/l de coagulante natural, en la siguiente tabla se detalla los parámetros y valores a considerar en la prueba del test de jarras.

*Tabla 2.*  
*Factores de control para el test de jarras*

<b>Parámetros</b>	<b>Valores</b>
Temperatura	Ambiente
PH	6-8
Velocidad de agitación rpm (rápida)	100 rpm
Tiempo	1 minuto
Velocidad de agitación rpm (lenta)	30 rpm
Tiempo	10 minutos
Tiempo de sedimentación	30 minutos

*Fuente: Razuri, 2017*

### **2.2.3.2. Recolección de las pencas de tuna**

Las pencas de tuna se obtuvieron del Jr. La Molinera 423, Distrito La Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín, Departamento San Martín.

### **2.2.3.3. Toma de muestra**

La toma de muestra se realizó siguiendo los procedimientos establecidos en el protocolo nacional de monitoreo de la calidad de agua aprobado con resolución jefatural N° 010-2016-ANA y se utilizaron los formatos de campo (ver anexo 7 y 8) los cuales se encuentran estandarizados en el mismo protocolo, posteriormente se procedió a la toma de 6 litros de agua residual del punto de descarga ubicado en la Vía de Evitamiento a la altura de la cuadra 21 del jirón Alfonso Ugarte, la cual fue trasladada al laboratorio de ambiental de la Universidad Peruana Unión para los posteriores análisis.

## **2.2.4. Etapa de laboratorio**

### **2.2.4.1. Obtención del coagulante en polvo**

Las pencas de tuna fueron llevadas al laboratorio de ingeniería ambiental de la universidad peruana unión y luego de lavadas se les retiró la cutícula, fueron cortadas en tiras delgadas las cuales fueron colocaron en fuentes de aluminio posteriormente se los colocó dentro de la estufa por 3.5 horas a 180 grados °C de temperatura. Pasado el tiempo

de secado se procedió a retirar las tiras secas de la estufa y seguidamente haciendo uso de un mortero se trituro, el siguiente paso fue tamizar obteniendo así el producto final.

Tabla 3.  
Etapas del proceso de obtención del coagulante

---

<b>Proceso de obtención del coagulante</b>
Remoción de la cutícula
Pesado de la membrana
Cortado en tiras de 6 x 0.5 centímetros
Secado (4 horas a 180°C)
Triturado
Tamizado

---

*Fuente: Elaboración propia*

#### **2.2.4.2. Prueba de jarras**

Para evaluar la clarificación de agua mediante prueba de jarras se aplicó un diseño experimental donde la concentración de coagulante fue con tres niveles (600,700 y 800 mg/L) y la velocidad de agitación de 100 rpm durante un minuto, luego se le agregó el coagulante y se disminuyó la velocidad de agitación a 30 rpm durante 10 minutos, a continuación, se dejó reposar por 30 minutos, procediendo luego a tomar las muestras para los análisis requeridos.

#### **2.2.5. Etapa de gabinete final**

- Para realizar el análisis de datos pertinente se usaron las siguientes herramientas: Tablas de frecuencia, gráficos.
- Una vez obtenidos los resultados de los análisis se utilizó las herramientas estadísticas mencionadas con anterioridad y se interpretaron utilizando gráficos y tablas.
- Comparar los resultados de pH, temperatura, conductividad y coliformes termotolerantes con los límites máximos permisibles el D.S N° 003-2010-MINAM.

### 2.3. Instrumentos

- Hojas de campo estandarizada en el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales
- Cadena de custodia otorgada por el laboratorio referencial de salud pública

### 2.4. Análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se utilizó el programa Excel versión 19.0 para la elaboración de tablas y gráficos, por medio de los cuales se obtuvieron los resultados y posteriormente fueron interpretados

## 3. Resultados y Discusión

En los resultados se presenta la compilación y análisis de los datos relevantes los cuales se detallan con el objetivo de poder justificar las conclusiones.

### 3.1. Resultados 1

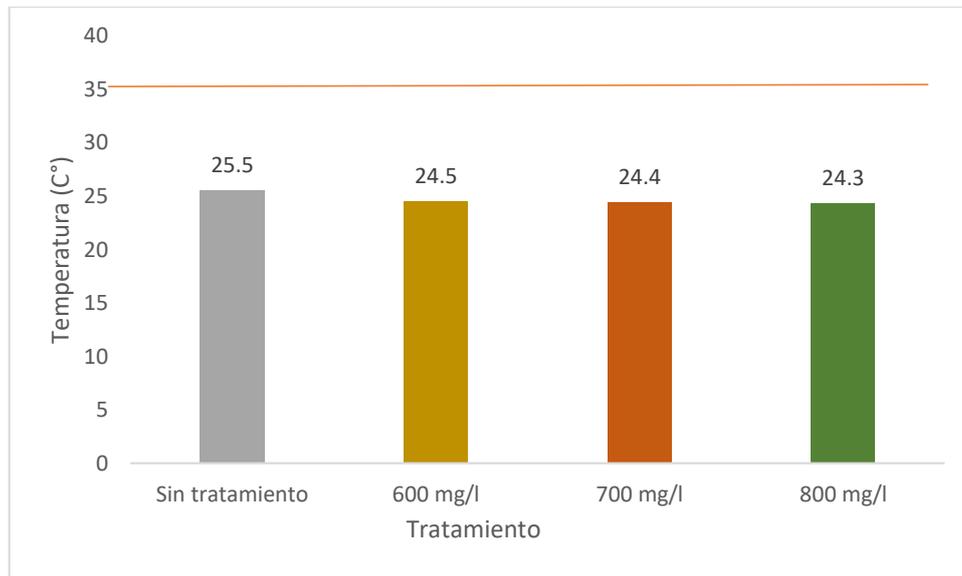
Tabla 4.  
Parámetros evaluados antes y después del tratamiento y comparados con el D.S N° 003-2010-MINAM.

Parámetros	Unidad	D.S N° 003-2010-MINAM	Sin tratamiento	Coagulante natural 600mg/l	Coagulante natural 700mg/l	Coagulante natural 800mg/l
pH	unidad de pH	7.5 - 8.5	7.25	7.21	7.25	7.23
Temperatura	°C	<35	25.5	24.5	24.4	24.3
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	10 000	$3.5 \cdot 10^{12}$	$1.6 \cdot 10^7$	$1.6 \cdot 10^7$	$1.6 \cdot 10^7$

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Análisis de los parámetros fisicoquímicos

#### 3.2.1. Análisis de la temperatura



*Figura 1: Análisis de la temperatura. Fuente: Elaboración propia*

La temperatura del agua residual suele ser siempre más elevada que la del agua de suministro, hecho principalmente debido a la incorporación de agua caliente procedente de las casas y los diferentes usos industriales (Zaragoza, 2010). La figura 1 muestra el análisis de la temperatura, antes y después de tratar el agua residual con coagulante natural. Se observa que los tratamientos del agua residual con diferentes dosis de coagulante redujeron la temperatura desde 25.5°C hasta 24.3°C. Los tres tratamientos empleados tuvieron eficiencia en la disminución de la temperatura obteniendo valores dentro del rango establecido en el límite máximo permisible el D.S N° 003-2010-MINAM (<35°C). El tratamiento con coagulante a diferentes concentraciones si logró la reducción del valor de la temperatura en todas las muestras siendo el más eficiente la dosis de 800 mg/l.

### **3.2.2. Análisis del pH**

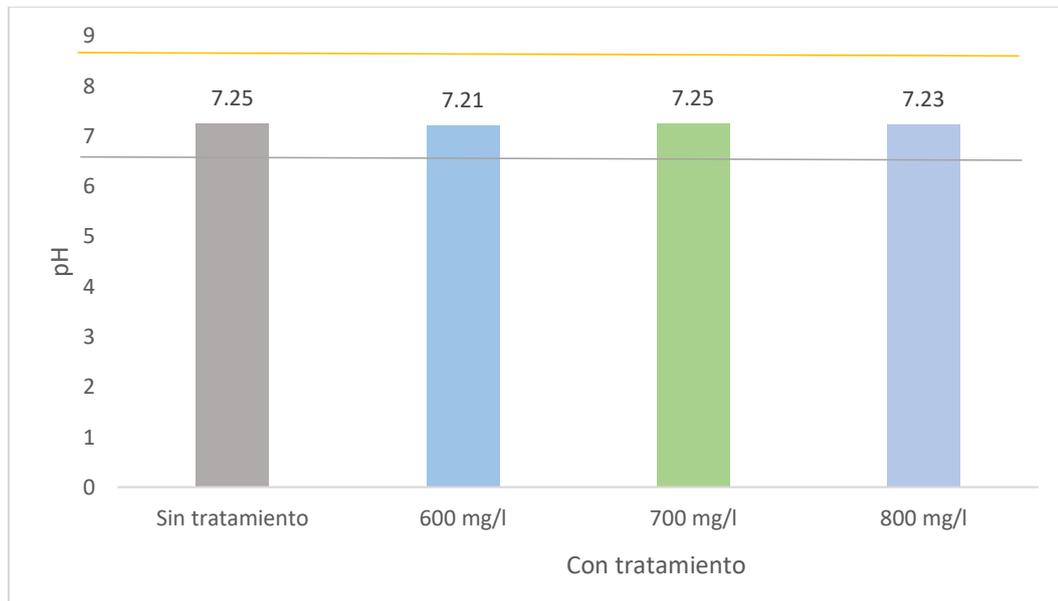


Figura 2: Análisis del pH. Fuente: Elaboración propia

El pH es la medida de la concentración de ión hidrógeno en el agua, expresada como el logaritmo negativo de la concentración molar de ión hidrógeno (Arista & Peña, 2015). En la figura 2 se muestra el análisis del pH. Se observa que el tratamiento del agua residual con dosis de 600 mg/l redujo el pH desde 7.25 hasta 7.21, mientras que en la dosis de 700 mg/l no hubo disminución y con la dosis de 800 mg/l la diferencia fue muy pequeña. El pH antes de iniciado el tratamiento se encontró en un valor de 7.25 el cual está dentro del rango del D.S N° 003-2010-MINAM. El tratamiento con coagulante a diferentes concentraciones solo redujo milésimas del valor de pH en todas las muestras.

### 3.3. Análisis microbiológico

Tabla 5.  
Análisis microbiológico del agua residual

Coliformes	Tratamiento			
	AR	600 mg/l	700 mg/l	800 mg/l
Termotolerantes	3.5 x 10 <sup>12</sup>	>1.6 x 10 <sup>7</sup>	>1.6 x 10 <sup>7</sup>	>1.6 x 10 <sup>7</sup>

Fuente: Elaboración propia

Los coliformes termotolerantes también denominados coliformes fecales, son bacterias que pueden resistir temperaturas de hasta 45° y se encuentran generalmente en el intestino de los seres humanos y de animales de sangre caliente. La presencia de estos microorganismos en el agua es un indicador clave de que ha sido contaminado por material fecal de origen humano o animal López citado en (Días & Collantes, 2019). En la tabla 5 se muestra la concentración de coliformes termotolerantes antes y después de tratar el agua residual con coagulante natural. En la muestra sin tratamiento se encontró una concentración de  $3.5 \times 10^{12}$  NMP/100 mL de coliformes termotolerantes, y en las pruebas después del tratamiento se tuvo una concentración mayor a  $1.6 \times 10^7$  lo cual está por sobre los valores establecidos en los LMPs (10 000 NMP/100 mL) D.S N° 003-2010-MINAM. En todas las muestras de agua residual no se encontró una disminución en la concentración de coliformes pues se hicieron varias diluciones hasta llegar a la  $10^7$  y en ninguna muestra se presentó una reducción de la contaminación siendo los valores obtenidos muy por encima de los LMPs, demostrando que el tratamiento aplicado es ineficiente debido a que no se logró la remoción esperada.

### **3.4. Discusión**

Los tratamientos del agua residual con las diferentes dosis de coagulante natural redujeron la temperatura desde 25.5°C hasta 24.3°C, obteniendo la mayor efectividad con la dosis de 800mg/l, en los otros dos tratamientos de 600 y 700 mg/l la disminución fue muy parecida con valores iguales a 24.3°C, 24.4 °C y 24.5°C, dichos valores obtenidos en los resultados de todos los tratamientos si cumplen con la normativa establecida el LMP D.S N° 003-2010-MINAM.

Asimismo, el tratamiento del agua residual con coagulante natural tuvo casi un nulo efecto en la reducción del pH, sin embargo tanto los resultados del pre y post tratamiento están dentro del rango establecido en el límite máximos permisible el D.S N° 003-2010-MINAM.

Por otro lado, el tratamiento de agua residual con coagulante natural no logró una remoción de la concentración microbiana pues se tuvo valores mayores a  $1.6 \times 10^7$  lo cual incumple con el límite máximo permisible el D.S N° 003-2010-MINAM, en ninguno de los tres ensayos evaluados se notó una disminución de los coliformes termotolerantes, a cada uno de las 3 muestras se le hicieron múltiples diluciones (7 por cada muestra) y los indicadores de contaminación seguía dando positivo con una tendencia a seguir dando positivo en caso que se le habrían practicado más diluciones a las muestras, y posiblemente los valores de coliformes estén muy cerca de la prueba sin tratamiento, evidenciando así que el tratamiento aplicado tuvo poco o ningún efecto en el tratamiento de las aguas residuales.

## **4. Conclusiones y Recomendaciones**

### **4.1. Conclusiones**

La fuente contaminante que viene afectando en gran manera la calidad del agua del río Cumbaza, es a consecuencia de la gran cantidad de las aguas residuales domésticas que se descargan directamente al cuerpo de agua, las cuales vienen cargadas con alto contenido de desechos fisiológicos provenientes de la actividad humana. En el punto de descarga que fue el lugar de la toma de muestra de agua residual se pudo observar la presencia de gallinazos debido a la generación de malos olores a consecuencia del vertimiento inadecuado de las aguas residuales.

De acuerdo a los resultados obtenidos para temperatura en las tres muestras se tuvo una eficiencia en la reducción de temperatura desde 25.5 °C que fue el resultado de la muestra sin tratamiento hasta 24.3°C siendo la dosis de 800 mg/l la que tuvo mayor eficiencia, logrando así que los valores obtenidos estén dentro de la normativa vigente.

Los tres tratamientos con coagulante natural, redujeron el pH y cumplieron el rango indicado en el D.S N° 003-2010-MINAM. La reducción de pH no fue muy significativa para las tres muestras logrando mayor eficiencia en la dosis de 600 mg/l teniendo un valor de 7,21, para la dosis de 700 mg/l no hubo variación y en la dosis de 800 mg/l el valor obtenido fue de 7.23.

Con respecto a la remoción de los contaminantes microbiológicos, los coliformes termotolerantes del agua residual. Los tratamientos aplicados en las muestras de agua no tuvo ningún efecto pues los resultados obtenidos en las 3 dosis que se emplearon se encontraron valores mayores  $1.6 \times 10^7$  los cuales están muy por encima del LMP (10000) D.S N° 003-2010-MINAM. Por lo tanto concluimos que la metodología empleada no es eficiente para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, pues en la mayoría de antecedentes es empleada para el tratamiento de agua para consumo humano las cuales el nivel de contaminación es mucho menor que las aguas que se pretendió tratar en el presente trabajo de investigación.

## **4.2. Recomendaciones**

Se recomienda realizar más ensayos aumentando la dosificación del coagulante, con otras velocidades de agitación y probar con diferentes tiempos de sedimentación, para lograr mejores resultados debido a que los resultados obtenidos de coliformes termotolerantes no cumplieron con los parámetros establecidos en el LMP el D.S N° 003-2010-MINAM.

Se recomienda investigar otras metodologías ya que la que se empleó para el desarrollo de esta investigación se emplea en su mayoría de estudios para la obtención de agua para consumo humano, por lo tanto es entendible que no haya sido eficiente en el tratamiento de agua residual.

Se recomienda realizar más investigación en el punto de descarga, evaluando otros tipos de daños al cuerpo de agua (rio Cumbaza) para que exista información que permita determinar ciertas causas de contaminación y poder dar posibles soluciones ambientales

## 5. Referencias

- Agua, A. N. del. (2016). Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas. *Ministerio de Agricultura y Riego*, 230. Retrieved from [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/manual\\_de\\_buenas\\_practicas\\_para\\_el\\_uso\\_seguro\\_y\\_productivo\\_de\\_las\\_aguas\\_residuales\\_domesticas.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/manual_de_buenas_practicas_para_el_uso_seguro_y_productivo_de_las_aguas_residuales_domesticas.pdf)
- Arista, W. T., & Peña, L. E. (2015). *Filtros físicos en el tratamiento de las aguas residuales domésticas para su reutilización en regadío en la I.E N° 00813, Ochamé-Moyobamba, 2013.*
- Bravo, M. (2017). *Coagulantes y floculantes naturales usados en al reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales industriales.* Retrieved from <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/5609/1/BravoGallardoMonicaAlejandra2017.pdf>
- Días, T., & Collantes, L. (2019). *Determinación de la efectividad del uso de microorganismos de montaña para el tratamiento de las aguas residuales in vitro en el caserío de Chontamuyo - San Martín 2018.*
- Fioravanti, M., & Vega, N. (2003). *Eficiencia de los microorganismos eficaces (EM) en la estabilización de lodos sépticos para su reúso agrícola.*
- Moscoso, J. (1987). *Aspectos técnicos de la agricultura con aguas residuales.* 1–11. Retrieved from <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/aya2/tema06.pdf>
- Núñez, A. (2015). *Caracterización de la problemática de las aguas residuales en Ixmiquilpan Hidalgo. Mexico.* 1–95. Retrieved from [http://dcsh.izt.uam.mx/licenciaturas/geografia\\_humana/wp-content/uploads/2015/09/Tesina-Ana-Laura-Nuñez-2015.pdf](http://dcsh.izt.uam.mx/licenciaturas/geografia_humana/wp-content/uploads/2015/09/Tesina-Ana-Laura-Nuñez-2015.pdf)
- OEFA. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales.* Retrieved from [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Razuri, K. E. (2017). *Disminución del contenido de la DBO5 y la DQO mediante coagulantes naturales (Aloe Vera L. y Opuntia ficus indica) en las aguas del canal de regadío E-8*

*Chuquitanta – San Martín de Porres.*

Sandoval, L. (2016). *Cultivo de hortalizas con aguas residuales tratadas*. 1996, 211–248.

Retrieved from

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/018834/MEMORIAS2004/CapituloIV/4CultivodeHortalizasLuciano.pdf>

Zaragoza. (2010). *Características de las aguas residuales*. 62. Retrieved from

<http://cidta.usal.es/cursos/ETAP/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>