

**UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.



*Una Institución Adventista*

**Remoción de DBO<sub>5</sub> y turbiedad de las aguas residuales  
domésticas aplicando *Aloe vera***

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

**Autores:**

Marjorie Fiorella Chavesta Saavedra

Josué Silvano Velásquez Peña

**Asesor:**

Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Tarapoto, diciembre de 2020

# DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

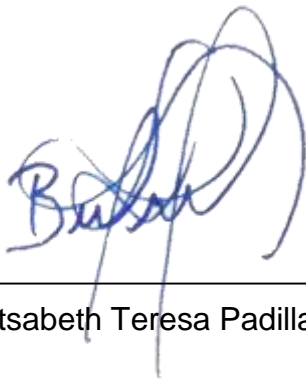
Betsabeth Teresa Padilla Macedo de la Facultad de Ingeniería y arquitectura,  
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**Remoción de DBO5 y turbiedad de las aguas residuales domésticas aplicando Aloe vera**” constituye la memoria que presenta el (la) / los Bachiller(es) Marjorie Fiorella Chavesta Saavedra y Josué Silvano Velásquez Peña, para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada 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 declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 16 días del mes de diciembre del año 2020



---

Betsabeth Teresa Padilla Macedo

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



En el Campus Universitario Milton Afonso, Distrito de Morales, Tarapoto, San Martín a 16 días del mes de diciembre del año 2020, siendo las 09:30 m, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Tarapoto, bajo la dirección del Señor Presidente del Jurado:

H. Danny Leirano Rodríguez y los demás miembros siguientes: Mtra. Carmelina Almontar Villegas Secretario,

Mtra. Katherin Jara Luz Pineda Gómez vocales; y Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Maredo asesor;

con el propósito de llevar a cabo el acto público de la sustentación de tesis titulada: Promoción de DBOS y Turbidez de las aguas residuales domésticas aplicando Alos Viera

Presentada por el/los Bachiller/es: Marjorie Fierella Chavéla Saavedra Torué Silvano Velásquez Peña conducente a la obtención del Título Profesional de: Ingeniero Ambiental

El señor Presidente inició el acto académico, invitando al/los candidato/s hacer uso del tiempo requerido para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente del Jurado invitó a los miembros del mismo a realizar las preguntas y cuestionamientos correspondientes, los cuales fueron absueltos por el (los) candidato (s). En seguida, el Jurado procedió a las deliberaciones respectivas, luego se registró en el acta el dictamen siguiente:

Bachiller: Marjorie Fierella Chavéla Saavedra aprobada por unanimidad con el mérito académico adicional de sobresaliente (19) y

Bachiller: Torué Silvano Velásquez Peña aprobado por unanimidad con el mérito académico adicional de sobresaliente (17)

El Presidente del Jurado solicitó al/los candidato/s ponerse de pie. Luego el Secretario realizó la lectura del acta con el resultado final del acto académico, procediéndose inmediatamente a registrar las firmas respectivas.

Presidenta Secretario Asesor

Vocal Vocal Vocal

Candidato Candidato

Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sincrónica, conforme al Reglamento General de Grados y Títulos

## **Remoción de DBO<sub>5</sub> y turbiedad de las aguas residuales domésticas aplicando *Aloe vera***

### **Removal of BOD<sub>5</sub> and turbidity from domestic wastewater by applying *Aloe vera***

Chavesta Saavedra, Marjorie Fiorella<sup>1</sup>; Velásquez Peña, Josué Silvano<sup>2</sup>; Padilla  
Macedo, Betsabeth Teresa<sup>3</sup>.

<sup>123</sup>Universidad Peruana Unión

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-7400-8625><sup>1</sup>

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-9238-5387><sup>2</sup>

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3299-8202><sup>3</sup>

#### **Resumen**

La contaminación de las fuentes de agua generada por el vertimiento de aguas residuales sin previo tratamiento es uno de los grandes problemas que afronta la población urbana y rural. El *Aloe vera* actúa como coadyuvante para el proceso de coagulación – floculación gracias a sus polímeros naturales denominados polisacáridos, presentando propiedades beneficiosas en el proceso de coagulación, atrayendo así las partículas coloidales y facilitando en la reducción de contaminantes. El objetivo de esta investigación fue evaluar la eficiencia de *Aloe vera* para la remoción de DBO<sub>5</sub> y turbidez de las aguas residuales domésticas. Se aplicó el tratamiento con *Aloe vera* a tres diferentes concentraciones (600, 700 y 800 mg/L), y realizando tres ensayos por cada una de ellas. Obteniendo así una remoción de 46.8% en DBO<sub>5</sub> y 45.3% en turbidez, agregando una concentración de 800 mg/L. Concluyendo que el coagulante natural a base de *Aloe vera* es eficiente para la remoción de DBO<sub>5</sub> y turbidez en tratamiento de agua residual doméstica.

**Palabras clave:** *Aloe vera*, coagulación, aguas residuales.

<sup>a</sup>Correspondencia al autor  
Marjorie Fiorella Chavesta Saavedra  
Dirección: Psje: Las margaritas E-22  
Código Postal: 22201  
E-mail: [fiorella.chavesta@upeu.edu.pe](mailto:fiorella.chavesta@upeu.edu.pe)

### **Abstract**

The contamination of water sources generated by the discharge of wastewater without previous treatment is one of the great problems faced by the urban and rural population. Aloe vera acts as an adjuvant for the coagulation-flocculation process thanks to its natural polymers called polysaccharides, presenting beneficial properties in the coagulation process, thus attracting colloidal particles and facilitating the reduction of contaminants. The objective of this research was to evaluate efficiency of removal of BOD5 and turbidity of domestic wastewater, applying Aloe vera. Aloe vera treatment was applied at three different concentrations (600, 700 and 800 mg / L), and three tests were carried out for each one of them. Thus, obtaining an efficient removal of 46.8% in BOD5 and 45.3% in turbidity, applying 800 mg / L. Concluding that the natural coagulant based on aloe vera is efficient in removing BOD5 and turbidity.

**Keywords:** Aloe vera, coagulation, waste water.

## **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, las cuales son descargadas en grandes cantidades generando el deterioro del agua y, volviéndola no apta para el consumo humano, debido al alto contenido de microorganismos patógenos, minerales y elevadas proporciones de materia orgánica (Fioravanti & Vega, 2003).

La provincia de San Martín enfrenta ciertos impactos en la contaminación de los ríos, tal es el caso del río Cumbaza, que se ha convertido en fuente receptora de aguas residuales municipales sin tratamiento, perdiendo su biodiversidad y aspecto físico por la presencia de sólidos de la descarga directa de las aguas residuales. El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2019) menciona que, en el año 2016, se ha registrado un incremento del 59,7% de las descargas de aguas residuales domésticas sin tratamiento respecto al año anterior, que según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS, 2017) la causa de este aumento es la ineficiencia de Plantas de Tratamiento de Aguas residuales.

De acuerdo con el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA, (2014) la mayoría de municipios no cuentan con una disposición adecuada de las aguas residuales, ocasionando un problema ambiental con elevados impactos en los cuerpos de agua.

La contaminación sintética que presenta el agua en la actualidad es el final de nuestros desperdicios biológicos, en forma de agua residuales, excrementos de animales, y agua de lluvia mezclada con fertilizantes ricos en nutrientes provenientes de cultivos y granjas (B. Llano, Cardona, Ocampo, & Ríos, 2013).

La coagulación es una etapa crítica, que solo puede conseguirse mediante la adición de un agente coagulante, capaz de neutralizar las cargas electrostáticas de los coloides suspendidos en el agua (Andía, 2000).

(Déniz, 2010) Menciona que la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) promedio de las aguas residuales domesticas es de 190 mg/L, así mismo menciona que para los sólidos totales el promedio es de 720 mg/L.

El tratamiento secundario es fundamental para la eliminación de materia orgánica biodegradable en forma disuelta y coloidal. Que a través de un proceso biológico actúan en condiciones controladas. La coagulación implica la desestabilización de las partículas coloidales por neutralización de su carga eléctrica, y la floculación agrupa dichas partículas sedimentándolas por gravedad (Alfayate, González, Orozco, Pérez, & Rodríguez, 2011). Asi mismo, garantiza que las partículas coloidales se agrupen con la variación de sus cargas eléctricas superficiales, aumentando así su tamaño, lo que trae consigo un aumento de la velocidad de sedimentación (Rivas, Menés, & Rómulo, 2017).

El proceso de coagulación–floculación consiste en adicionar al agua determinados aditivos químicos u orgánicos con el propósito de favorecer la sedimentación de materia coloidal no sedimentable o aumentar la rapidez de sedimentación por la formación de flóculos (Cabrera, Ramírez, & Moya, 2009).

El proceso de coagulación no solo sirve para remover partículas, sino que también son capaces de remover patógenos que se encuentran unidos a dichas partículas, mejorando proporcionalmente la calidad del agua (Llano, Cardona, Ocampo, & Ríos, 2014)

Uno de los coagulantes más utilizado por su capacidad para desestabilizar partículas coloidales en corto tiempo, es el sulfato de aluminio, que por ser de origen sintético genera un impacto negativo en el ambiente (Ríos et al. 2006). La sábila (*Aloe vera*) actúa en el proceso de coagulación – floculación gracias a sus polímeros naturales denominados polisacáridos, facilitando la reducción de materia orgánica (López et al. 2016)

Como consecuencia de ello surge la alternativa de utilizar *Aloe vera* como coagulante natural, que pueda ser una alternativa eficiente para el tratamiento de aguas residuales sin provocar efectos negativos al medioambiente. Por eso el objetivo de esta investigación es evaluar la eficiencia de remoción de DBO<sub>5</sub> y turbiedad de las aguas residuales domésticas, aplicando coagulante natural.

## **Metodología**

### **Etapas de laboratorio**

- Obtención del coagulante en polvo: se realizaron 5 etapas.

#### **Remoción de cutícula**

- *Aloe Vera*: Para la obtención del coagulante se usó 14 pencas de Sábila (*Aloe vera*) aproximadamente de 36 cm de largo.

#### **El corte**

- Una vez de haber separado la cutícula de la pulpa se realizó el corte del *Aloe vera* y en tiras rectangulares (criterio propio)

#### **Deshidratación**

- Para poder conservar las propiedades del coagulante natural (*Aloe vera*) se procedió a realizar la deshidratación en la estufa por 4 horas a 120 grados °C de temperatura. Pasado el tiempo de secado se retira las tiras secas.

#### **Molienda**

- Obtenido el material del procedimiento anterior se procedió a colocar en un mortero para poder ser triturado y reducir su tamaño.

#### **Tamizado**

- Una vez de haber reducido el tamaño, se procedió a tamizar en un tamiz de 1mm para poder obtener el coagulante en polvo y ser disuelta en el agua residual.



- Prueba de jarras: se aplicó un diseño experimental donde la concentración de coagulante fue con tres niveles (600,700 y 800 mg/L) con velocidad de agitación a 100 rpm durante un minuto, luego se agregó el coagulante y se disminuyó la velocidad de agitación a 30 rpm durante 10 minutos, a continuación, se dejó reposar por 30 minutos y se realizó la observación visual.

### **Diseño metodológico**

Nuestro diseño consiste en medir las concentraciones iniciales de un grupo control y las concentraciones finales de DBO<sub>5</sub> y turbiedad luego de la aplicación del tratamiento con *Aloe vera* en tres dosis (600, 700, 800 mg/L), lo cual se realizará 3 repeticiones, para obtener una confiabilidad de los resultados (ver Tabla 1). La simulación de este tratamiento se realizará mediante Test de jarra.

## **Resultados**

### **Análisis descriptivo de la calidad del agua residual**

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos de todos los parámetros que se han analizado aplicando *Aloe vera*, que al pasar por un proceso experimental se puede observar que en la dosificación de 800 mg/L se obtiene mayores resultados de disminución en los parámetros de DBO<sub>5</sub> y turbidez.

### **Comparación con la normativa**

En la **figura 1**, se puede observar que existe una tendencia de remoción de DBO<sub>5</sub>, después de que estas han sido sometidas a un tratamiento con *A vera*, teniendo una concentración inicial DBO<sub>5</sub> de 66.3 mg/L que al adicionar una dosis de 800 mg/L se logró obtener un resultado de 35.3 mg/L de DBO. Comparando con la normativa del D.S 003-2010 MINAM, el valor límite para DBO<sub>5</sub> es 100 mg/L. En la prueba control los valores estaban por debajo del límite, sin embargo, en los tratamientos a 600 mg/L, 700 mg/L y 800 mg/L se logró una disminución de 46.8% a comparación de la prueba control.

## **Eficiencia de remoción de la DBO y la turbidez**

En la tabla 3 se muestra la eficiencia de remoción de contaminantes DBO y turbidez del agua residual doméstica. Se observa mayor eficiencia de remoción de la DBO y turbidez con una dosis de 800 mg/L de mucílago de *A. vera*.

### **Análisis de varianza para la eficiencia de remoción de DBO y turbidez**

Primero se realizó la prueba de normalidad y la homogeneidad de varianzas, las variables cumplen con los mencionados supuestos. Luego, se realizó el análisis de varianza para la eficiencia de remoción de cada parámetro.

#### **- DBO**

En la tabla 4 se muestra el análisis de varianza para la remoción de la DBO del agua residual. Se obtuvo un p-valor de 0.171, es decir no existe diferencia significativa entre los tratamientos (600, 700 y 800 mg/L de mucílago de *A. vera*). Por ello, no se realizó la prueba Tukey.

#### **- Turbidez**

En la tabla 5 se muestra el análisis de varianza para la remoción de la turbidez del agua residual. Se obtuvo un p-valor de 0.005, es decir existe diferencia significativa entre los tratamientos. Por ello, se realizó la prueba Tukey para conocer el mejor tratamiento.

Al realizar la prueba Tukey, se formaron dos grupos o subconjuntos, como se observa en la tabla 6. El primer grupo está formado por el tratamiento 600 mg/L, y el segundo grupo por las dosis de 700 y 800 mg/L. En este último grupo se encontró mayor eficiencia de remoción de la turbidez del agua residual doméstica.

## Discusiones

Se confirmó la hipótesis nula del presente estudio, según la cual el uso de coagulante natural a base de *Ale vera* será eficiente para la remoción de DBO<sub>5</sub> y turbiedad en el tratamiento de agua residual doméstica. (Morales, 2019) menciona que el mucilago a base de sábila tiene efectos coagulantes para aguas con turbiedad intermedia, esto es debido a que los coagulantes naturales están constituidos por varios tipos de polisacáridos y proteínas los cuales poseen propiedades coagulantes o floculantes (Choque, Choque, Solano, & Ramos, 2018), el mecanismo de coagulación que se da al usar un coagulante natural es adsorción y formación puente, es decir las partículas coloidales con carga negativa son atraídas por las cargas positivas (Chun-Yang, 2010). Las moléculas son largas por que pueden retener partículas coloidales por todas sus extremidades formando puentes y la creación de floc.

El tratamiento de agua residual con las diferentes dosis de coagulante natural logró una remoción de DBO<sub>5</sub> desde 66.3 mg/L que se tuvo en la prueba control hasta 35.3 mg/L, obteniendo la mayor efectividad con la dosis de 800 mg/L, en todas las pruebas se observó una disminución gradual de la DBO<sub>5</sub> a medida que la dosis aumentaba la eficiencia fue mayor, sin embargo a nivel estadístico no se encontró diferencia significativa entre las diferentes dosis (600, 700 y 800 mg/L) de coagulante natural, esto podría haber sido influenciado por el pH el cual no estaba en un rango aceptable para realizar una coagulación óptima pues se obtuvieron valores promedios de 8, puesto que (Razuri, 2017) menciona que el rango óptimo de pH para el tratamiento con *Aloe Vera L.* y *Opuntia ficus indica* se requiere un pH entre 6-7. Asimismo, (Razuri, 2017) obtuvo resultados similares en donde la dosis que permitió mayor eficacia de disminución de la DBO<sub>5</sub> y DQO fue *Aloe vera L. + Opuntia ficus indica* con 800 mg/L de coagulante natural reduciendo un 80.64% y 90.11% respectivamente. Es preciso señalar que la DBO de las aguas residuales se incrementa a medida que aumenta la cantidad de materia orgánica, causando una reducción en la cantidad de oxígeno disuelto

del agua (Carhuamaca, 2013), cabe mencionar que los coagulantes naturales presentan propiedades aglomerantes de origen vegetal (Morales, 2019). Dichas propiedades facilitan la formación del floc, los cuales al ser más densos que el agua precipitarán para luego ser removidos con mayor facilidad.

En los análisis de remoción de turbiedad en las aguas residuales, se obtuvieron resultados variables de acuerdo a los 3 tratamientos realizados (600 mg/L, 700 mg/L, 800 mg/L), en la muestra de agua tratada con 800 mg/L se obtuvo 27.5 UNT, mientras que en la muestra que se aplicó la dosis de 700 mg/L se encontró 31.0 UNT y en el tratamiento de 600 mg/L se obtuvo 38,7. En los resultados de turbiedad se redujo desde 50,3 UNT hasta 27.5 UNT, ante esto se podría decir que el tratamiento de agua con dosis de 800 mg/L tuvo mayor efecto en la disminución de la turbiedad del agua logrando una disminución de hasta 45.32%, en lo referente al análisis estadístico para turbiedad se obtuvo un p-valor de 0.005, existe diferencia significativa entre los tratamientos empleados coincidiendo con los resultados del estudio de (Moreno, 2016) en donde al usar coagulante natural a base de *Aloe vera* se logró disminuir la turbiedad en un 42.48% siendo el tratamiento más eficiente la *Opuntia ficus indica* con una disminución de turbiedad de hasta 61.09%. Asimismo, (Barreto, Vargas, Ruíz, & Gómez, 2019) determinó la eficiencia de coagulante a base de semilla de aguacate y mucilago de café, logrando disminuir la turbiedad en 44.27% y 64.29% respectivamente.

### **Conclusiones**

Los parámetros físico-químicos evaluados fueron pH, Temperatura, Turbiedad, y DBO<sub>5</sub>. En donde los parámetros de pH y temperatura no tuvieron mayor variación en la disminución de estos. Sin embargo, para el parámetro de turbiedad hubo una variación significativa en el análisis descriptivo el cual al adicionar una dosis de coagulante de 800 mg/L se logró disminuir en un 45.3%, como también en el análisis estadístico se encontró

diferencia significativa entre los 3 tratamientos empleados. Así mismo para la DBO<sub>5</sub> que se obtuvo una considerable disminución de un 46.8%, sin embargo, en el análisis estadístico no se encontró diferencia significativa entre los tres tratamientos. Por lo tanto, se concluye que el coagulante natural a base de Aloe vera si es eficiente en la remoción de DBO<sub>5</sub> y disminución de turbiedad.

Se han realizado las pruebas experimentales con el agente coagulante en el Test de Jarras con diferentes dosis de 600 mg/L, 700 mg/L y 800 mg/L, lo cual concluimos que la dosis óptima para remover DBO<sub>5</sub> y disminuir la Turbiedad es la de 800mg/L, ya que en las 3 pruebas que se hizo, esto fue la dosis más eficiente, en conclusión mediante esta investigación se demostró que el coagulante natural obtenido de la sábila (*Aloe vera*) es eficiente en la clarificación de aguas residuales domesticas con pre tratamiento.

## Referencias

- Alfayate, J., González, M., Orozco, C., Pérez, A., & Rodríguez, F. (2011). *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*. (Paraninfo). Retrieved from <https://books.google.com.pe/books?id=nUoOx-8knyUC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
- Andía, Y. (2000). *Tratamiento de agua: coagulación y floculación*. Sedapal. Lima. Retrieved from [http://www.sedapal.com.pe/c/document\\_library/get\\_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154](http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154)
- Barreto, S., Vargas, D., Ruíz, L., & Gómez, S. (2019). Evaluation of natural coagulants in water clarification. *Área Ambiental*. <https://doi.org/10.22490/21456453.3081>
- Cabrera, C., Ramírez, F., & Moya, C. (2009). Estudio del proceso de coagulación - floculación de aguas residuales de la empresa Textil “Desembarco del Granma” a escala Laboratorio. *Tecnología Química*, XXIX(3), 64–73. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445543760009>
- Carhuamaca, Z. (2013). *Estudio de la reducción del contenido de lactosa del lactosuero producido por las industrias lácteas utilizando mucílago nopal (Opuntia ficus indica)*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo. Retrieved from [http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2668/Carhuamaca\\_Vilchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3oV\\_tvpiTkNlwW02o0Dyv2xh3biKAKLqpfzqoB3LBPdjkDHP7pZA2mdlc](http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/2668/Carhuamaca_Vilchez.pdf?sequence=1&isAllowed=y&fbclid=IwAR3oV_tvpiTkNlwW02o0Dyv2xh3biKAKLqpfzqoB3LBPdjkDHP7pZA2mdlc)
- Choque, D., Choque, Y., Solano, A., & Ramos, B. (2018). Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. *Scielo*, 38, 1–12. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v38n2/rtq08218.pdf>
- Chun-Yang, Y. (2010). Emerging usage of plant-based coagulants for water and wastewater treatment. *Process Biochemistry*, 45, 1437–1444. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2010.05.030>
- Déniz, F. (2010). *Análisis estadístico de los parámetros DQO, DBO5 y SS de las aguas residuales urbanas en el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa*. Universidad de las Palmas de gran Canaria. Retrieved from [https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/4858/3/0622200\\_00000\\_0000.pdf](https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/4858/3/0622200_00000_0000.pdf)
- Fioravanti, M., & Vega, N. (2005). Eficiencia de los microorganismos eficaces (EM) en la estabilización de lodos sépticos para su reúso agrícola. *Universidad EARTH*. Retrieved from [https://www.academia.edu/9370570/EFICIENCIA\\_DE\\_LOS\\_MICROORGANISMOS\\_EFICACES\\_EM\\_EN\\_LA\\_ESTABILIZACIÓN\\_DE\\_LODOS\\_SÉPTICOS\\_PARA\\_SU\\_USO\\_AGRÍCOLA?auto=download](https://www.academia.edu/9370570/EFICIENCIA_DE_LOS_MICROORGANISMOS_EFICACES_EM_EN_LA_ESTABILIZACIÓN_DE_LODOS_SÉPTICOS_PARA_SU_USO_AGRÍCOLA?auto=download)
- INEI. (2019). Anuario de estadísticas ambientales. Lima - Perú. Retrieved from [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf)
- Llano, B. A., Cardona, J. F., Ocampo, D., & Ríos, L. A. (2014). Tratamiento Físicoquímico de las aguas residuales generadas en el proceso de beneficio de arcillas y alternativas de uso de los lodos generados en el proceso. *Información Tecnológica*, 25(3), 73–82.

<https://doi.org/10.4067/S0718-07642014000300010>

- López, M., Canché, J., Guevara, F., & Oropeza, N. (n.d.). *REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ EN MUESTRAS SINTÉTICAS MEDIANTE COAGULACIÓN-FLOCULACIÓN Y FILTRACIÓN UTILIZANDO MATERIALES NATURALES*. Retrieved from <http://www.amica.com.mx/issn/Tabasco/AMI-131.pdf>
- Morales, J. (2019). *Determinación del poder coagulante de la sábila para la remoción de turbidez en el proceso de tratamiento de agua para consumo humano - Oxapampa -2018*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco. Retrieved from [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1422/1/T026\\_70495263\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1422/1/T026_70495263_T.pdf)
- Moreno, S. C. (2016). Disminución de la turbidez del agua del río Crisnejas en la comunidad de Chuquibamba-Cajabamba utilizando Opuntia ficus indica, Aloe vera y Caesalpinia spinosa. Retrieved from [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/6854/moreno\\_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/6854/moreno_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- MVCS. (2017). *Tratamiento y reúso de las aguas residuales*. Lima - Perú. Retrieved from [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/98E83F5DA8312DDF05258184006CA49F/\\$FILE/21.BookletConferenciaFINAL.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/98E83F5DA8312DDF05258184006CA49F/$FILE/21.BookletConferenciaFINAL.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. (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. Retrieved from [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)
- Ríos, N., Navarro, R., Ávila, M., & Mendizábal, E. (2006). Obtención de sulfato de quitosano y su aplicación En suspensiones coloidales aniónicas de caolinita. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 7(3), 145–161. Retrieved from <http://www.ehu.es/reviberpol/pdf/AGO06/rios.pdf>
- Rivas, R. S., Menés, V. G., & Rómulo, R. A. (2017). Tratamiento por coagulación-floculación a efluente de la Empresa del Níquel Comandante Ernesto Che Guevara. *Scielo*, III(Noviembre), 1–11. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v37n2/rtq02217.pdf>

## Tablas

Tabla 1

*Diseño de las pruebas*

Grupo de control	T <i>Aloe vera</i>	Dosis mg/L
M U E S T R A	R <sub>1a</sub>	600 mg/L
	R <sub>2a</sub>	
	R <sub>3a</sub>	
	R <sub>1b</sub>	700 mg/L
	R <sub>2b</sub>	
	R <sub>3b</sub>	
	R <sub>1c</sub>	800 mg/L
	R <sub>2c</sub>	
	R <sub>3c</sub>	

Tabla 2

*Análisis de la calidad del agua residual*

<b>DBO5</b>				
Repetición	Prueba control	600 mg/L	700 mg/L	800 mg/L
R1	66.3	41.9	38.9	38.2
R2		37.4	35.9	34.4
R3		38.4	37	33.3
<b>Turbiedad</b>				
Repetición	Prueba control	600 mg/L	700 mg/L	800 mg/L
R1	50.3	41.8	30.57	26.97
R2		40.77	30.82	26.85
R3		33.64	31.62	28.69

Tabla 3

*Eficiencia de remoción (%) de la DBO y la turbidez con el mucílago de A. vera*

Tratamiento (mg/L)	Repetición	DBO (mg/L)	Turbidez (UNT)
600	R1	36.80	16.90
	R2	43.59	18.95
	R3	42.08	33.12
	$\bar{x}$	40.82	22.99
	s	3.56	8.83
700	R1	41.33	39.22



	R2	45.85	38.73
	R3	44.19	37.14
	$\bar{x}$	43.79	38.36
	s	2.29	1.09
	R1	42.38	46.38
	R2	48.11	46.62
800	R3	49.77	42.96
	$\bar{x}$	46.76	45.32
	s	3.88	2.05

Tabla 4

*Análisis de varianza para la eficiencia de remoción de la DBO*

FV	SC	GL	SCM	F	p-valor
Entre tratamientos	52.75	2	26.37	2.40	0.171
Dentro de los tratamientos	65.94	6	10.99		
Total	118.69	8			

Tabla 5

*Análisis de varianza para la eficiencia de remoción de la turbidez*

FV	SC	GL	SCM	F	p-valor
Entre tratamientos	783.36	2	391.68	14.09	0.005
Dentro de los tratamientos	166.77	6	27.80		
Total	950.14	8			

Tabla 6

*Prueba Tukey para la remoción de turbidez*

Tratamiento	N	Subconjuntos	
		1	2
600 mg/L	3	22.99	
700 mg/L	3		38.36
800 mg/L	3		45.32
p-valor		0.183	1

Figura 1

*Valores comparativos de DBO5 antes y después del tratamiento con Aloe vera*

