TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE *Opuntia ficus-indica* Y *Caesalpinia spinosa* COMO COAGULANTE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (AYAVIRÍ-YAUYOS)"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Denises Marleny Walter Castro (0000-0002-0373-4435)

Surely Maybeth Sanchez Pittman (0000-0002-5646-9874)

Asesor:

Damaso Wilfredo Ramirez Huaroto (0000-0003-4605-9422)

Lima – Perú

2025

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 24 de setiembre de 2025.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Carlos Alberto Satalaya Rengifo
Miembro: Mg. Raul Lima Coasaca
Miembro: Dr. Félix Ricardo Huaranga Moreno

Se reúnen para evaluar la tesis, con código de proyecto 591-2021-PRE11, titulada :

"EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE Opuntia ficus-indica Y Caesalpinia spinosa COMO COAGULANTE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (AYAVIRÍ-YAUYOS)"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Denises Marleny Walter Castro**
- **Surely Maybeth Sánchez Pittman**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Mg. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del tesista de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) por mayoría simple (X) calificar a:

Tesista: Denises Marleny Walter Castro & Surely Maybeth Sánchez Pittman		Nota (en letras): Dieciséis (16)	
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (X)	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Mg. Carlos Alberto Satalaya Rengifo
Presidente

Mg. Raúl Lima Coasaca
Miembro 1

Dr. Félix Ricardo Huaranga Moreno
Miembro 2

Mg. Dámaso Wilfredo Ramirez Huaroto
Asesor

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 28 de noviembre del 2025

Señor,
Dr. Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Denises Marleny Walter Castro y Surely Maybeth Sanchez Pittman, egresadas de la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Damaso Wilfredo Ramírez Huaroto, declaramos que este informe final de tesis de investigación titulado: EVALUACIÓN DE LA EFICACIA DE *Opuntia ficus-indica* Y *Caesalpinia spinosa* COMO COAGULANTE PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (AYAVIRÍ-YAUYOS), sustentado para obtener el título/grado de (nombre) es original.

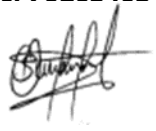
Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Denises Marleny
Walter Castro
DNI: 70263403



Surely Maybeth
Sanchez Pittman
DNI: 71972142



Firma del asesor de tesis
DNI: 41807437

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Evaluación de la eficacia de *Opuntia ficus-indica* y *Caesalpinia spinosa* como coagulante para mejorar la calidad de aguas residuales domésticas (Ayavirí-Yauyos)

Autores. Denises Marleny Walter Casto; Surely Maybeth Sanchez Pittman

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2851776181).

Código de registro. 591-2021-PRE11

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Herlyss Leonel Sovero Navarro.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Resumen

El tratamiento de aguas residuales en el Perú es un gran desafío, más aún en zonas rurales, frente a ello es necesario emplear un tratamiento de bajo costo, sencillo y eficaz, que se adapte a la necesidad de la población. Un tratamiento ampliamente usado por su sencillez y eficacia es la técnica de coagulación – floculación, sin embargo, el uso de coagulantes sintéticos a base de aluminio durante este proceso tiene consecuencias adversas en la salud y en el ambiente. Actualmente se viene buscando una alternativa sostenible y ecológica, mediante coagulantes naturales. Ante esta problemática, el objetivo del presente estudio es evaluar la eficacia de *Opuntia ficus-indica* y *Caesalpinia spinosa* como coagulantes naturales para mejorar la calidad de las aguas residuales domésticas provenientes de las lagunas de oxidación, en el distrito de Ayavirí, provincia de Yauyos, Región Lima. La eficacia de estos biocoagulantes se evaluaron mediante la prueba de jarras. La dosis y tiempo óptimo se determinó evaluando la turbiedad. Se encontró que la dosis óptima fue 70 mg/L para ambas especies a 100 Revoluciones Por Minuto (RPM) por 1 min para la mezcla rápida y 60 RPM por 15 min para la mezcla lenta, logrando remover el 87,85% y 90,24% para *O. ficus-indica* y *C. spinosa* respectivamente. Asimismo, el tiempo óptimo, fue 3 min para la mezcla rápida y 25 min para la mezcla lenta, logrando 73,58% y 77,01% de remoción de la turbiedad para *O. ficus-indica* y *C. spinosa*. La especie que mostró mejores resultados fue la *C. spinosa*.

Palabras clave: *O. ficus-indica*, *C. spinosa*, coagulación-floculación, tratamiento de aguas residuales.

Abstract

Wastewater treatment in Peru is a major challenge, especially in rural areas. In response to this, it is necessary to use a low-cost, simple, and effective treatment that adapts to the needs of the population. A widely used treatment due to its simplicity and effectiveness is the coagulation-flocculation technique. However, the use of aluminum-based synthetic coagulants during this process has adverse consequences for health and the environment. Currently, a sustainable and ecological alternative is being sought through the use of natural coagulants. Given this problem, the objective of this study is to evaluate the effectiveness of *Opuntia ficus-indica* and *Caesalpinia spinosa* as natural coagulants to improve the quality of domestic wastewater from oxidation ponds in the district of Ayavirí, province of Yauyos, Lima Region. The effectiveness of these biocoagulants was evaluated using the jar test. The óptimal dose and time were determined by evaluating turbidity. The óptimal dose was found to be 70 mg/L for both species at 100 revolutions per minute (RPM) for 1 minute for rapid mixing and 60 RPM for 15 minutes for slow mixing, achieving 87.85% and 90.24% removal for *O. ficus-indica* and *C. spinosa*, respectively. Likewise, the óptimal time was 3 min for rapid mixing and 25 min for slow mixing, achieving 73.58% and 77.01%

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

turbidity removal for *O. ficus-indica* and C. spinosa, respectively. The species that showed the best results was *C. spinosa.*

Key words: *O. ficus-indica, C. spinosa*, coagulation-flocculation, wastewater treatment.

1. Introducción

El agua dulce es un componente importante para sostener los medios de vida, mantener el ecosistema y contribuir al bienestar socioeconómico de una sociedad (Kalibbala et al., 2023); sin embargo, este recurso vital está disminuyendo a un ritmo alarmante, actualmente constituye una problemática de interés y preocupación mundial, siendo el acceso al agua limpia y segura un gran desafío para muchos países (Frantz et al., 2020). No obstante, los seres humanos solo tenemos acceso al 0,4% del agua del planeta (Boakye et al., 2024). En el 2021, alrededor de 2 200 millones de personas se vieron perjudicados por la falta de agua (Banco Mundial, 2021), esta situación podría empeorar por el crecimiento exponencial de la población y el cambio climático (Ang & Mohammad, 2020; Diver et al., 2023).

Un hecho preocupante es que, a nivel mundial el agua continúa siendo gravemente contaminada por actividades antrópicas, alrededor del 40 % del total de las aguas residuales (domésticas e industriales), son vertidas al ambiente sin recibir tratamiento seguro (World Health Organization & UN-Habitat, 2024), representado una de las fuentes de contaminación más frecuente de los recursos hídricos. En consecuencia, se genera una pérdida o contaminación del agua de estos ecosistemas y un riesgo para la sociedad (Castillo-Sánchez & Chimbo-Solórzano, 2021). La gestión de las aguas residuales domesticas en las economías emergentes es un desafío, debido al crecimiento acelerado de la población, procesos de tratamiento deficientes y tecnología sofisticada altamente centralizada (Chirisa et al., 2017). Actualmente el porcentaje de aguas residuales municipales que recibe tratamiento en los países en desarrollo es alarmantemente bajo, con

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis