



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Análisis de la eficiencia del *Jatropha Curcas* como coagulante en el  
tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023

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

**AUTORAS:**

Cisneros Vasquez, Sulay ([orcid.org/0009-0007-5657-5937](https://orcid.org/0009-0007-5657-5937))

Torres Del Aguila, Elizabeth ([orcid.org/0009-0003-7781-2314](https://orcid.org/0009-0003-7781-2314))

**ASESOR:**

MSc. Grijalva Aroni, Percy Luis ([orcid.org/0000-0002-2622-784X](https://orcid.org/0000-0002-2622-784X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**TARAPOTO - PERÚ  
2024**

## DEDICATORIA

A mis padres Julia y Elias quienes con su amor, paciencia y esfuerzo diario me han permitido llegar a cumplir hoy uno de mis sueños más anhelados. A mi hermano Axel por estar conmigo en todo momento, por su cariño, apoyo y confianza durante este largo proceso. A mis abuelitas María y Paquita que desde el paraíso me guían y cuidan, gracias por las buenas enseñanzas que me dieron, sé que están orgullosas de mis logros. Por último, a mi novio Anthony, por apoyarme incondicionalmente cuando más lo necesito, por extender su mano en los momentos más difíciles y por el amor y comprensión del día a día. *“Cisneros Vasquez, Sulay”*.

A Dios por permitirme lograr mi objetivo y seguir perseverando en la vida. A mi hijo mayor Marquitos que desde el cielo me está guiando para seguir luchando y estar feliz porque logre culminar mi carrera profesional. A mis hijos, Elvis y Zayurita por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme día a día. A Roly Fidel quien estaba presente cuando lo necesitaba. A mi esposo Denis por confiar en mi capacidad. A mis padres Petit y Mery por darme la vida e inculcarme buenos valores. *“Torres Del Águila, Elizabeth”*.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, quien con su bendición y manto bendito me protege y llena siempre mi vida; y a cada miembro de mi familia, que son el pilar de mi vida. De igual manera mi agradecimiento a la Universidad César Vallejo, por abrir una oportunidad de mejora en nuestra carrera profesional, Finalmente quiero expresar mi sincero agradecimiento a mi asesor Ing. Percy Luis Grijalva Aroni, que durante todo este proceso fue un guía que esparció sus conocimientos y enseñanzas, gracias a su colaboración que permitió el desarrollo de esta tesis. Cisneros Vasquez, Sulay.



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, GRIJALVA ARONI PERCY LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, asesor de Tesis titulada: "Análisis de la eficiencia del Jatropha Curcas como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023", cuyos autores son TORRES DEL AGUILA ELIZABETH, CISNEROS VASQUEZ SULAY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo 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.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

TARAPOTO, 25 de Enero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GRIJALVA ARONI PERCY LUIS DNI: 46460354 ORCID: 0000-0002-2622-784X	Firmado electrónicamente por: PGRIJALDAAR el 22- 02-2024 15:41:01

Código documento Trilce: TRI - 0735909





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, CISNEROS VASQUEZ SULAY, TORRES DEL AGUILA ELIZABETH estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TARAPOTO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Análisis de la eficiencia del Jatropha Curcas como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
TORRES DEL AGUILA ELIZABETH <b>DNI:</b> 80358958 <b>ORCID:</b> 0009-0003-7781-2314	Firmado electrónicamente por: ELDELAG el 04-03-2024 15:06:36
CISNEROS VASQUEZ SULAY <b>DNI:</b> 70072180 <b>ORCID:</b> 0009-0007-5657-5937	Firmado electrónicamente por: SUCISNEROSVA el 04-03-2024 12:23:57

Código documento Trilce: INV - 1521150

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR .....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES .....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE TABLA .....	vii
ÍNDICE DE FIGURA.....	viii
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo .....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos .....	16
3.6. Método de análisis de datos .....	20
3.7. Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSIÓN .....	33
VI. CONCLUSIONES .....	37
VII. RECOMENDACIONES.....	38
REFERENCIAS.....	39
ANEXOS.....	48

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1:	Matriz de operacionalización de variables	13
Tabla 2:	Concentraciones iniciales de los contaminantes en las aguas residuales domesticas del distrito de Tarapoto	21
Tabla 3:	Dosis efectiva en la remoción de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domésticas	23
Tabla 4:	Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros fisicoquímicos en los tratamientos de las aguas residuales domésticas	23

## ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1:	Aguas residuales domésticas.	10
Figura 2:	Jatropha curcas (Piñón)	11
Figura 3:	Recolección de muestras de agua para determinar las concentraciones iniciales de los contaminantes	16
Figura 4:	Medidas de las dosis del coagulante Jatropha curcas en las residuales domesticas del distrito de Tarapoto	17
Figura 5:	Proceso de tratamiento de las aguas residuales domésticas a dosis diferentes de los coagulantes de semillas de Jatropha curcas.	18
Figura 6:	Diagrama de elaboración del coagulante	19
Figura 7:	Concentraciones iniciales de los contaminantes de las aguas residuales domésticas provenientes del distrito de Tarapoto	22
Figura 8:	Prueba de Post Hoc de las medias de pH en aguas residuales domésticas tratadas	24
Figura 9:	Prueba de Post Hoc de las medias de turbidez en aguas residuales domésticas tratadas	25
Figura 10:	Prueba de Post Hoc de las medias de la temperatura en aguas residuales domésticas tratadas	26
Figura 11:	Prueba de Post Hoc de las medias de la conductividad eléctrica en aguas residuales domésticas tratadas	27
Figura 12:	Prueba de Post Hoc de las medias de la DBO en aguas residuales domésticas tratadas	28
Figura 13:	Prueba de Post Hoc de las medias de la DQO en aguas residuales domésticas tratadas	29
Figura 14:	Prueba de Post Hoc de las medias de nitritos en aguas residuales domésticas tratadas	30
Figura 15:	Prueba de Post Hoc de las medias de oxígeno disuelto en aguas residuales domésticas tratadas	31
Figura 16:	Prueba de Post Hoc de las medias de aceites y grasas en aguas residuales domésticas tratadas	32



## RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la eficiencia del *Jatropha curcas* como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023. El tipo de investigación es aplicada con enfoque cuantitativo. Y el diseño de investigación es experimental. Los resultados demostrados fueron que las aguas residuales domésticas tuvieron al pH de 5.67 ligeramente ácido, la turbidez de 205.57 NTU, la temperatura de 27.00 °C y la conductividad eléctrica con un promedio de 904.57  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la DBO de 21.37 mg/L, la DQO de 52 mg/L, nitratos con 112.63 mg/L, oxígeno Disuelto con 13.47 mg/L y aceites y grasas de 8.53 mg/L considerando el agua altamente contaminada. La dosis óptima del coagulante de *Jatropha curcas* para remover las concentraciones fisicoquímicas de las aguas residuales domesticas fue de 90 ml/L. Después de los tratamientos disminuyó el pH con un valor de 7.37, la turbidez con 164.47 NTU, la temperatura tuvo un valor de 26.33°C, la conductividad eléctrica de 692,23  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , la concentración del DBO fue de 11.67 mg/L, DQO de 29.57 mg/L, nitritos de 64.63 mg/L, oxígeno disuelto de 3.50 mg/L y aceites y grasa de 4.47 mg/L. Se concluyó que el coagulante a base de semillas de *Jatropha curcas* fue muy efectiva en la disminución de los contaminantes fisicoquímicos de las aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.

**Palabras clave:** *Jatropha curcas*, aguas residuales domésticas y contaminantes fisicoquímicos.

## ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the efficiency of *Jatropha curcas* as a coagulant in the treatment of domestic wastewater, Tarapoto 2023. The type of research is applied with a quantitative approach. In addition to research design, it is experimental. The results demonstrated were that the domestic wastewater had a slightly acid pH of 5.67, a turbidity of 205.57 NTU, a temperature of 27.00 °C and electrical conductivity with an average of 904.57  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , the BOD of 21.37 mg/L, the COD of 52 mg/L, nitrates with 112.63 mg/L, Dissolved oxygen with 13.47 mg/L and oils and fats of 8.53 mg/L considering highly contaminated water. The optimal dose of *Jatropha curcas* coagulant to remove physicochemical concentrations from domestic wastewater was 90 ml/L. After the treatments the pH decreased with a value of 7.37, the turbidity with 164.47 NTU, the temperature had a value of 26.33°C, the electrical conductivity of 692.23  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , the BOD concentration was 11.67 mg/L, COD of 29.57 mg/L, nitrites of 64.63 mg/L, dissolved oxygen of 3.50 mg/L and oils and fat of 4.47 mg/L. It was concluded that the *Jatropha curcas* seed-based coagulant was very effective in reducing physicochemical contaminants in domestic wastewater from the Tarapoto district.

**Keywords:** *Jatropha curcas*, domestic wastewater and physicochemical pollutants.

## I. INTRODUCCIÓN

Los problemas ocasionados en todo el mundo por la liberación de aguas residuales que son la combinación de efluentes de desechos domésticos como aguas grises, agua de efluente agrícola de organizaciones industriales y comerciales (Abdulla et al. 2019). Donde los países en desarrollo tienen los peores casos de saneamiento en el mundo, por lo tanto, la exposición a riesgos relacionados con la salud como resultado del consumo de agua contaminada (Barreto et al. 2019). Los estudios han encontrado que algunos compuestos de nitrógeno como los nitratos, el amoníaco y los nitritos están presentes en varios tipos de agua, incluida el agua potable (Díaz y Paredes, 2022).

Se conoce que varios compuestos de diversas fuentes contaminan las aguas residuales, estos incluyen, entre otros, metales pesados, patógenos y metales orgánicos (Abidin et al. 2019). Los peligros sustanciales se producen especialmente cuando estos elementos superan los límites permisibles. Estos factores, ya sea en forma de partículas o solubles, constituyen amenazas graves para el ecosistema, la salud humana y la seguridad junto con la producción de alimentos (Gaitán y Segura, 2020).

Las enfermedades transmitidas por el agua residual doméstica son las básicas causas de muerte en los países en evolución (Keneni et al. 2019). En el año 2014, más de 800.000 muertes en los países en evolución fueron ocasionadas por agua potable contaminada y saneamiento impropio. Incluso el efecto de la malaria en los países en crecimiento es el resultado de una gestión eficiente del agua, si el agua se gestionará adecuadamente, habría una reducción importante en los casos de malaria y otras enfermedades relacionadas con el agua y las infecciones (Harun et al. 2022). Un estudio del banco mundial en el año 2017 muestra que África lidera las cerca de 429,000 muertes registradas por malaria, el estudio reveló además que el 70% de las muertes en 2015 afectaron principalmente a niños menores de 5 años (Dotto et al. 2018).

La cobertura inadecuada del servicio de alcantarillado en el Perú es uno de los principales problemas de la gestión de aguas residuales (Ortiz, 2020). En consecuencia, sólo el 69,6% de la población urbana de nuestro país es atendida por las 50 empresas prestadoras de servicios de saneamiento (EPS) que existen hoy. Además, existe una deficiencia en el control y manejo de estas aguas, un paso

crítico para impedir la polución de la biósfera y la propagación de agentes contagiosos que dañan la salud humana (OEFA, 2018).

Actualmente, solo el 32% de los 2,2 millones de m<sup>3</sup> de aguas residuales que procesan diariamente las alcantarillas del Perú son tratados antes de ser vertidas a cuerpos hídricos naturales (lagos, ríos, océanos, etc.). Sólo se maneja el 20% de las aguas residuales formadas por el alcantarillado de Lima, que suman 1,2 millones de m<sup>3</sup> (OEFA, 2018).

En el distrito de Tarapoto, provincia de San Martín, se ha presentado un incremento en la polución de los cuerpos hídricos por la liberación de aguas residuales domésticas sin tratar para usos residenciales e industriales; contaminación propagada por agroquímicos, lavado de café y cacao (melazas) (Gobierno Local de San Martín, 2018). Además, la Autoridad Nacional del Agua (ANA) del Distrito de Tarapoto ha identificado niveles altos de coliformes fecales en las aguas que discurren por Tarapoto (San Martín) y los ríos Shilcayo y Cumbaza, superando los estándares de calidad ambiental (ANA, 2020).

Debido a la problemática que ocurre actualmente por la liberación de aguas residuales domésticas se realizará un sistema de tratamiento como coagulante de *Jatropha curcas* para la disminución de agentes tóxicos de aguas domésticas del distrito de Tarapoto, región San Martín.

Donde el *Jatropha curcas*, con el nombre local Piñón, que es una planta versátil con muchas características y un potencial significativo, que crece en América Central y del Sur, el Sudeste Asiático, India y África. Esta planta se siembra ampliamente en las regiones áridas, semiáridas y tropicales del mundo para producir biodiesel. Sin embargo, el origen exacto de *Jatropha curcas* sigue siendo un tema de debate. Estudios previos han utilizado *Jatropha curcas* como coagulante o coadyuvante principalmente para tratar agua con alta turbidez (Rafia et al. 2019).

Por lo tanto, se formula el problema general: PG: ¿Cuál es la eficiencia del *Jatropha curcas* como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023?

Seguidamente se establecieron los problemas específicos:

PE1: ¿Cuál es la concentración inicial DBO, DQO, nitritos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez, conductividad eléctrica de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto?

PE2: ¿Cuánto es la dosis óptima del coagulante de *Jatropha curcas* para remover las concentraciones de DBO, DQO, nitritos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez, conductividad eléctrica de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto?

PE3: ¿Cuál es la remoción final de la concentración de la DBO, DQO, nitritos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez, conductividad eléctrica de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto?

Establecido los problemas de la investigación se establece las justificaciones:

Justificación social se basará en demostrar a la población la importancia que generará el uso del coagulante de *Jatropha curcas* para la disminución de contaminantes como DBO, DQO, nitritos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez; conductividad eléctrica de aguas residuales domésticas provenientes del distrito de Tarapoto.

Justificación económica se enfocará en el uso del coagulante natural de *Jatropha curcas* ya que son menos costosos porque son cultivados en muchos lugares del país y son efectivos para reducir los contaminantes en el agua de efluentes domésticos en comparación con los tratamientos convencionales que son más costosos y tardan más en reducir los contaminantes.

Justificación ambiental se demostrará que el coagulante natural de *Jatropha curcas* durante el tiempo de tratamiento no altera los componentes ambientales en base a la reducción de agentes tóxicos que están en aguas residuales del distrito que serán tratados.

Posteriormente, se formula el objetivo general: OG: Evaluar la eficiencia del *Jatropha curcas* como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023.

A continuación, se establecieron los objetivos específicos:

OE1: Determinar la concentración inicial DBO, DQO, nitritos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez, conductividad eléctrica de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.

OE2: Establecer la dosis óptima del coagulante de *Jatropha curcas* para remover las concentraciones de DBO, DQO, nitritos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez, conductividad eléctrica de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.

OE3: Determinar la remoción final de la concentración de la DBO, DQO, nitritos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez, conductividad eléctrica de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.

Últimamente, se formula la hipótesis general: HG: El coagulante de *Jatropha curcas* permitirá ser eficiente en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023.

A continuación, se establecieron las hipótesis específicas:

HE1: La concentración inicial DBO, DQO, nitritos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez, conductividad eléctrica permitirá determinar el grado de afectación de la calidad de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.

HE2: Existirá una dosis óptima del coagulante de *Jatropha curcas* para remover las concentraciones de DBO, DQO, nitritos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez, conductividad eléctrica de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.

HE3: El coagulante de *Jatropha curcas* permitirá remover la concentración de la DBO, DQO, nitritos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez conductividad eléctrica de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.

## II. MARCO TEÓRICO

Priyatharishini y Mokhtar, (2021) éste estudio describe el resultado del pH en el proceso de coagulación mediante el uso de jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) cáscara como coagulante. El coagulante de la cáscara de la jaca se preparó por el método de extracción utilizando agua destilada. Las aguas residuales sintéticas se utilizaron en este estudio para imitar las aguas residuales domésticas de intensidad media. Se efectuó un experimento de prueba de jarra y se varió el pH de las aguas residuales usando ácido clorhídrico e hidróxido de sodio. Los resultados indicaron que la turbidez se redujo hasta un 75% y el pH tuvo un valor de 8.

Deshmukh et al., (2019) se ocuparon de la aplicación de coagulantes naturales como Cactus Opuntia en disminución de la turbidez. La dosis de cactus está relacionada con la turbidez de las aguas residuales. Dependiendo de la turbidez de las aguas residuales, dosis de 30 a 100 mg/l eliminan del 70% al 90% de la turbidez. El pH cambió de 7.8 a 7.95. El cambio porcentual de pH resultó ser 0.75%, que es muy pequeño. El DQO inicial de recopilado de la muestra resultó ser de 440 mg/lit. Después, tratamiento en laboratorio, la eliminación de DQO a la dosis óptima fue de 120 mg/litro con eficiencia de remoción 72.73%.

Mohammed et al., (2022) utilizaron el polvo de piña como coagulante natural de origen vegetal en el manejo del hierro y se examinó el efluente de la fábrica de acero. Las concentraciones de demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (TSS), nitrógeno amoniacal (NH<sub>3</sub>-N), manganeso (Mn), hierro (Fe), zinc (Zn), el aluminio (Al) y el níquel (Ni) en efluentes de aguas residuales. Los resultados expusieron que la eliminación máxima de DQO, TSS, NH<sub>3</sub>-N, Mn, Fe, Zn, Al y Ni usando polvo de piña fueron 83.3%, 99%, 83.9%, 86.8%, 93.7%, 89.7%, 73.7% y 86.7%, respectivamente para efluentes a pH natural 8 usando una dosis de 3 g/L. El resultado de la espectroscopia infrarroja por transformadas de Fourier mostró la existencia de varios grupos funcionales involucrados en el proceso de coagulación.

Tometin et al. (2022), estudiaron el agua residual de 2 centros hospitalarios del norte de la ciudad de Benin, con el tratamiento con hojas de *Azadirachta indica* (AI), semillas de *Moringa oleífera* (MO) y *Luffa cylindrica* (LC) a través de los procesos de coagulación/floculación. Las tipologías de las aguas residuales mostraron que las muestras recolectadas están muy contaminadas por materia orgánica y

bacterias fecales como *Escherichia coli*, *Enterococcus* coliformes fecales y totales. Los resultados de la prueba del tanque mostraron que la turbiedad fue 95.74%, 78%, 49.19 %, la DQO fue 51.35 %, 38.32 %, 22.19 %, *E. coli* fue 93.16 %, 85.26 %, 83.30 % y un total de 92.1. %, 90.93%, 94.60% MO, semilla de AI y hoja de AI señala una dosis de 100 mg/L, la tasa de eliminación de enterococos en aguas residuales hospitalarias fue de 99.37%, 91%, 99% y 55.07%, respectivamente.

Nur et al. (2019), investigaron el potencial de los desechos de frutas: semillas de jaca (*artocarpus heterophyllus*), pedúnculos de tronco de plátano (*musa*) y mango (*mangifera indica*) semillas en convertirse en coagulante natural para tratar aguas residuales. Se realizó una serie de pruebas de jarras para determinar el efecto de los coagulantes individuales sobre la eliminación de la turbidez, la actividad de la coagulación y la eliminación de la DQO bajo varios factores operativos, como el tipo y la concentración de los solventes utilizados para la extracción, el pH y la dosis del coagulante. A partir de los hallazgos, la concentración óptima de solvente de 2.5 M de hidróxido de sodio (NaOH) reaccionó con pedúnculos de tronco de banano a pH óptimo y dosis de pH 7 y 50 mg/L, respectivamente, con eliminación de turbidez del 90.2 %, actividad de coagulación del 83.4 % y eliminación de la demanda de oxígeno (DQO) del 94.8%.

Alnawajha et al. (2022), evaluaron la efectividad del coagulante de origen vegetal extraído de *Leucaena leucocephala* semillas en comparación con el alumbre en la purificación de sólidos de las aguas residuales de la acuicultura. Se utilizó el método de extracción con agua para extraer los ingredientes activos de las semillas disolviendo el polvo de las semillas en agua destilada a una concentración de 20 g/l, mientras que el alumbre se disolvió directamente a la misma concentración. Los parámetros de operación óptimos para la solución de semilla extraída con agua y el alumbre fueron dosis de 240 y 320 mg/L respectivamente, velocidad de mezcla rápida de 150 rpm y tiempo de sedimentación de 40 min. En los parámetros óptimos de operación, la solución de semilla extraída con agua tuvo eficiencias de remoción de 96.32 %, 92.85 % y 86 %, mientras que el alumbre tuvo eficiencias de remoción de 99.77 %, 99.92 % y 99 %. 92% para turbidez, sólidos suspendidos totales y color, respectivamente.

Zainal et al. (2021), examinaron la posibilidad de reducir la cantidad de cloruro de estaño (IV) ( $\text{SnCl}_4$ ) como coagulante primario mediante la adición de *Jatropha*



*curcas* (JC) como floculante. Como único tratamiento mediante el proceso C–F en el tratamiento de sólidos suspendidos concentrados (SS) (547 mg/L), color (19.705 Pt–Co) y demanda química de oxígeno (DQO) (4202 mg/L) en lixiviados estabilizados de vertedero. Como resultado se obtuvo que la combinación de semilla JC (0.9 g/L) como floculante redujo la dosis de SnCl<sub>4</sub> como coagulante de 11.1 g/L a 8.5 g/L con remociones de 99.78%, 98.53% y 74.29% para SS, color y DQO, respectivamente.

Sharifa et al. (2021), buscaron la eficacia de los lodos en el tratamiento de remoción de sólidos en suspensión (SS) de lixiviados de vertederos utilizando cloruro de estaño (IV) y semilla de *Jatropha curcas* (JC). Las propiedades se examinaron en términos del índice de volumen del lodo, la velocidad de fraguado del lodo y el tamaño de los flóculos. Las muestras de lixiviados se recolectaron del vertedero de Alor Pongsu (APLS) ubicado en Bagan Serai, Malasia. Los resultados mostraron que se obtuvo una reducción casi completa de SS a 8.5 g/L de SnCl<sub>4</sub> con ayuda de 0.9 g/L de semilla JC como floculante. En esta condición óptima, el índice de volumen del lodo (SVI) y la velocidad de sedimentación fueron 56.53 y 0.78 cm/s, respectivamente, que son mejores que los lodos sin floculante.

Quintero y Rodríguez (2018), realizaron una valoración de los efectos de coagulación de extractos de *Moringa oleifera* y *Jatropha curcas* L. en efluentes de café al pH original. Después del tratamiento primario, agregamos hidróxido de calcio y extractos naturales al efluente de café y evaluamos sus efectos. Los coagulantes *Moringa oleifera* y *Jatropha curcas* L. se extraen en las aguas residuales a su pH original. Los resultados de la prueba de Tukey muestran que no hay diferencia estadísticamente significativa para el tratamiento T6: J cuando la concentración de DQO en el agua residual es de 12.500 ppm (la concentración más baja de beneficios ambientales de la fruta en el tanque de almacenamiento). Ca (OH)<sub>2</sub> (3000 ppm) extracto de curcas, T5: *J. curcas*. Concluyeron que el tratamiento con extractos de *Moringa oleifera* y *Jatropha curcas* L fueron muy eficaces para destituir contaminantes del agua.

Olivero et al. (2017), evaluaron el desempeño de la efectividad de tres coagulantes para el manejo del agua del río Magdalena para remover sólidos en suspensión y disueltos. Pelado, secado, triturado y tamizado (malla de 6 mm) fueron solo algunos

de los procesos unitarios utilizados para acondicionar la materia prima. *Opuntia ficus* y *Moringa oleifera* también se molieron en polvo para el proceso de acondicionamiento. Las principales variables a examinar fueron la turbidez y la relación entre la turbidez y la absorbancia, estas se determinaron utilizando un turbidímetro y un espectrofotómetro, respectivamente. Mediante un diseño experimental 8x3x2 se estableció la dosificación de clarificantes a utilizar para las muestras. Además, *Moringa oleifera* y *Opuntia ficus* eliminaron más del 90 % de la turbidez, en comparación con una mezcla de alumbre y coagulantes naturales, que pueden depurar un 99 % de la turbidez del agua. Estos valores admisibles de parámetros fisicoquímicos para agua potable fueron de 2 UNT para turbidez y entre 0.10 y 0.20 para color, indicados en la normatividad colombiana.

Seguidamente se establecieron las bases teóricas como: El agua es esencial para el hombre, así como para otros seres vivos. Estos recursos naturales son esenciales para los ecosistemas y la regulación del clima (Madian et al. 2023)

Los parámetros fisicoquímicos del agua son medidas del total de oxígeno disuelto extenuado en escenarios definitivos por la oxidación química de la materia orgánica biodegradable en el agua (Quintero, 2017). Use otro agente oxidante como el dicromato de potasio o el permanganato de potasio. Las variables más consideradas en este proceso son pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), nitritos, nitratos, materia orgánica y turbidez (Raouf et al. 2021).

Una característica importante del agua es su acidez, que puede ser determinada por el pH de una sustancia. El rango está entre 0 y 14, con 7 sirviendo como el rango promedio (neutro). Un pH de 7 o superior indica un rango básico, mientras que un pH inferior a 7 indica acidez (Siti et al. 2019).

El oxígeno disuelto es el total de oxígeno gaseoso disuelto en el agua. Durante mucho tiempo se ha debatido la capacidad de los ríos para salvaguardar la vida acuática, ya que el oxígeno libre es necesario para la supervivencia de peces, plantas, algas y otros organismos (Tarrillo y Tenorio, 2019).

La Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO) es el total de oxígeno que utilizan los microorganismos, en particular las bacterias aerobias o anaerobias, los hongos y el plancton, para descomponer los materiales orgánicos de la muestra. Se utiliza para medir la contaminación de un área (Ulum et al. 2020).

La Demanda Química de oxígeno (DQO) es una sustancia orgánica o inorgánica que puede oxidarse por un agente oxidante fuerte. El total de comburente consumido se expresa como equivalente de oxígeno. DQO expresado en mg/l O<sub>2</sub> (Nasr et al. 2019).

Los nitritos y nitratos: Son especies iónicas naturales y forman parte del ciclo del nitrógeno terrestre. Con frecuencia coexisten con otros iones como el sodio y el potasio en el medio ambiente en formas solubles en agua (Nasr et al. 2019).

La materia orgánica está formada por innumerables fragmentos microscópicos, coloides o macromoléculas dispersas (Meléndez, 2019).

En cuanto a la polución del agua, es la reserva de una o más sustancias raras al agua, que pueden tener diversas consecuencias, entre ellas una inestabilidad en la vida de los seres vivos (incluidas las personas, las plantas y los animales) (Bravo, 2017). Existen numerosos elementos que favorecen a la polución del agua, y podemos dividirlos en dos categorías: contaminación natural y provocada por el hombre. La contaminación artificial es lo que nos interesa traer a colación en relación con nuestras actividades porque se manifiesta cuando las personas interactúan con el ambiente. En general, lo vinculamos con vertederos industriales, aguas residuales, uso de pesticidas y uso de fertilizantes tóxicos (Castellanos y Martín, 2020).

Las aguas residuales domésticas: son un subproducto de las diversas acciones domésticas que utilizan el líquido, provocando una elevación de contaminación en el agua que puede revelar la presencia de sólidos, desechos orgánicos, blanqueadores, jabones y grasas, lo que requiere un proceso para su remoción (Njewa et al. 2021).



Figura 1: Aguas residuales domésticas.

Fuente: Quintero, 2017

La coagulación es el proceso en donde las partículas se juntan en pequeños grupos con una gravedad específica mayor que la del agua o los flóculos (Rehman et al. 2018). Elimina el color real visible, destruye bacterias, virus y otros patógenos que se pueden separar por coagulación, destruye algas y plancton en general, elimina sustancias que en algunos casos causan sabor y olor, elimina sedimentos y en algunos casos químicos y compuestos orgánicos (Panadero y Posada, 2016).

Los coagulantes naturales incluyen el exoesqueleto de los crustáceos, que produce quitosano, un polisacárido que se ha usado para clarificar el agua y, más recientemente, se ha incorporado a los productos para bajar de peso porque esencialmente se une a las moléculas de grasa (Romero, 2022). Las semillas parecidas a nueces del árbol de nirmala (*Strychnos potatorum*), que se encuentra en la India, alguna vez se usaron como clarificador de agua (Taron et al. 2017). También se han informado que ensayos que utilizan extractos de soja, guisante, frijol, arroz, tamarindo y maíz para purificar el agua con tasas aceptables de eliminación de la turbidez (Turcios, 2019).

La planta *Jatropha curcas* cumple una variedad de funciones, incluida la producción de fertilizantes, medicina tradicional, alimentos para humanos y animales, y una fuente alternativa de biodiesel. La aparición de cepas con susceptibilidad reducida a los antibióticos y el aumento de bacterias multirresistentes han llevado a los investigadores a buscar principios activos naturales que puedan controlar

infecciones y plagas al tiempo que reducen los efectos secundarios causados por los químicos sintéticos (Madian et al. 2023).



*Figura 2: Jatropha curcas (Piñón)*

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: fue de tipo aplicada, pues con base en las resultados tecnológicos de la investigación fundamental, se considera al proceso de combinar teorías y productos (Lozada, 2014).

Además, tuvo un enfoque cuantitativo, según como lo menciona Mejía, (2014), un enfoque cuantitativo es identificar patrones de comportamiento, recopilando datos utilizados para tantear una suposición basadas en cuantificación numérica y análisis estadístico. Se basa en el argumento, el escenario, los recursos disponibles, los objetivos y las preguntas del estudio.

Diseño de investigación: es experimental puro ya que recolecta datos a través de la experimentación y los contrasta con variables constantes para establecer los orígenes y/o efectos del fenómeno que se estudia (Murillo, 2023)

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Coagulante de *Jatropha curcas*

**Variable dependiente:** Disminución de contaminantes

Tabla 1: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
<b>VI:</b> Coagulante de <i>Jatropha curcas</i>	<i>Jatropha curcas</i> es una especie vegetal promisorio, ya que el coagulante es extracto obtenido de las semillas, ciertamente consideradas respetuosas con el medio ambiente y no tóxico (bajo condiciones de uso adecuadas). Sus compuestos bioactivos son proteínas, polisacáridos, taninos y alcaloides y se utilizan para aguas residuales industriales o tratamiento de aguas (Abidin et al. 2019)	Se realizará la producción del coagulante de las semillas de <i>Jatropha curcas</i> , dividido en 4 tratamientos a diferentes dosis de 0, 50, 70 y 90 ml/L que permitirán determinar la reducción de las concentraciones de contaminantes presentes en el agua doméstica.	Dosis óptima	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tratamiento: 1 - 0</li> <li>● Tratamiento: 2 - 50</li> <li>● Tratamiento: 3 - 70</li> <li>● Tratamiento: 4 - 90</li> </ul>	ml/L
<b>VD:</b> Disminución de contaminantes	Es el proceso de reducción de la polución del agua y es uno de los principales retos que incentivan el uso de algunas de las alternativas naturales para disminuir el alto nivel de contaminantes físico-químicos en las aguas residuales domésticas. Además, una gran problemática que afrontará la sociedad en un futuro no muy lejano será la disminución de agua potable por el cambio climático y la creciente sequía (Dotto et al. 2018)	La determinación de la reducción de los contaminantes físico-químicos en los tratamientos a diferentes dosis del coagulante de semillas de <i>Jatropha curcas</i> , se evidencia mediante el proceso estadístico de análisis de varianza en (ANOVA) y la prueba de medias con Tukey.	Parámetros físico-químicos iniciales de las aguas residuales domésticas	● DBO	mg/L
				● DQO	mg/L
				● Nitritos,	mg/L
				● CE	µS/cm
				● OD	mg/L
				● Aceites y grasas	mg/L
				● pH	1-14
				● Turbidez	NTU
			● Temperatura	°C	
			Parámetros físico-químicos finales de las aguas residuales domésticas	● DBO	mg/L
● DQO	mg/L				
● Nitritos,	mg/L				
● CE	µS/cm				

				• OD	mg/L
				• Aceites y grasas	mg/L
				• pH	1-14
				• Turbidez	NTU
				• Temperatura	°C



### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** Estuvo comprendida por todas las aguas residuales domésticas provenientes de las viviendas de la ciudad de Tarapoto.

**Muestra:** Estuvo formada por 12 L de agua residual doméstica, la cual estuvo dividida en 4 tratamientos de, T1: 0ml/L de coagulante de *Jatropha curcas*, T2: 50ml/L de coagulante de *Jatropha curcas* con 1 L de agua residual doméstica, T3: 70 ml/L de coagulante de *Jatropha curcas* con 1L de agua residual doméstica y T4: 90 ml/L de coagulante de *Jatropha curcas* con 1L de agua residual.

**Muestreo:** Fue aleatorio simple pues considerado un método en seleccionar n individuos representativos de N total en la población para cada muestra selectiva.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnicas de recolección de datos

- **Análisis documental:** Este método se utilizó en el uso de extracción de información validada en la argumentación de la síntesis del trabajo de investigación, toda la información recopilada se basó en documentos como artículos, revistas entre otras bases de datos de alto impacto.
- **Observación:** Esta técnica se utiliza bajo estrecha observación en el trabajo de campo y en el procedimiento de tratamiento en el laboratorio.

#### Instrumento de recolección de datos

- **Observación directa:** Se emplearon fichas donde se registraron datos durante el proceso de tratamiento de aguas residuales domésticas. Como menciona Lozano (2014), las técnicas de observación directa son registros de los eventos o datos obtenidos de un tratamiento.
- **Ficha de recolección de datos:** Fueron hojas de registro que sirvieron para establecer los datos de los indicadores evaluados durante el tratamiento. Como indica Castro (2011), es toda la información registrada más importante de los descubrimientos a la hora de buscar información importante e información que queremos tener a mano.

### 3.5. Procedimientos

Se consideraron 3 etapas fundamentales durante el proceso de desarrollo de la investigación:

#### ETAPA 1: GABINETE INICIAL

- Se ejecutó una investigación de información literaria a partir de artículos y revistas indexadas con información de alto impacto de los últimos 5 años, conformando la síntesis del trabajo de investigación.
- Se realizó una visita a la zona de estudio, donde se realizó la experimentación.
- Se realizaron coordinaciones con especialistas en el control y manejo de aguas residuales domésticas para apoyar el proceso de ejecución.
- Posteriormente se elaboraron fichas de recolección de datos que fueron validadas y aceptadas por jueces expertos, las cuales sirvieron como apoyo mediante el proceso de tratamiento de aguas residuales domésticas.
- Se recolectaron las muestras de agua residual doméstica, donde se determinaron los valores iniciales que alteran la calidad del agua (Figura 3).

*Figura 3: Recolección de muestras de agua para determinar las concentraciones iniciales de los contaminantes*



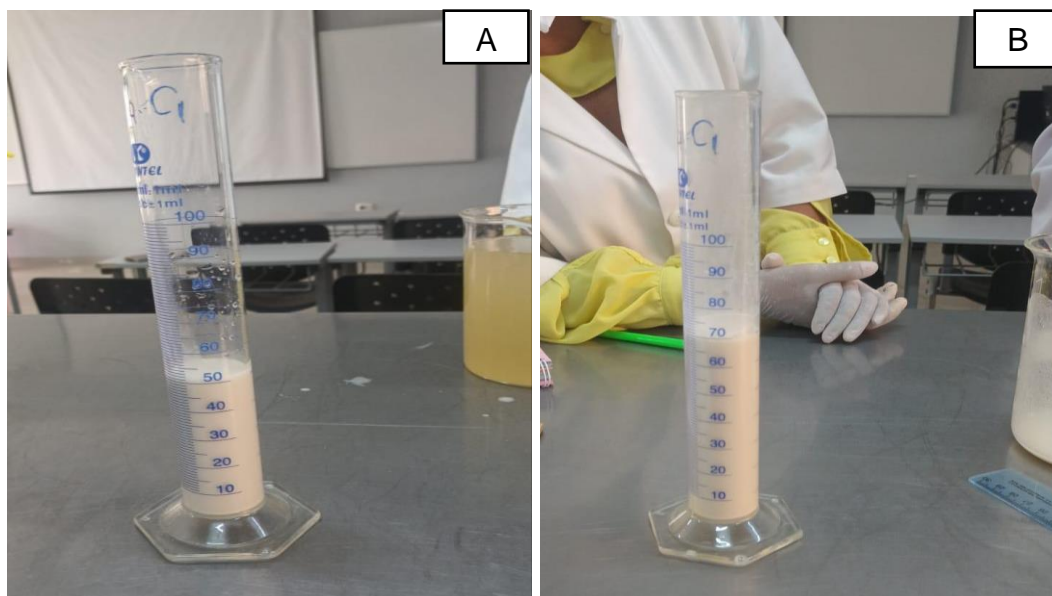
Nota: (A) Proceso de recolección de muestras de agua que determina las concentraciones iniciales de contaminantes en el agua. (B) Traslado de

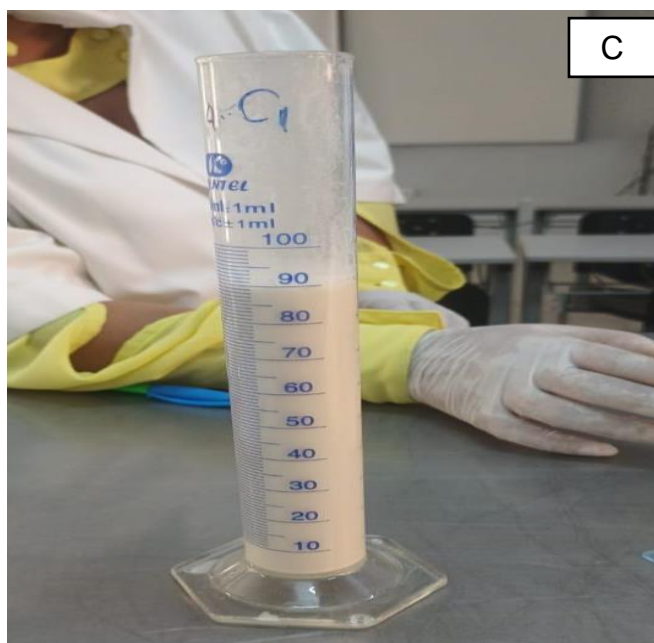
muestras de agua enviadas al laboratorio y muestras de agua para tratamiento coagulante de semillas de *Jatropha curcas*.

## ETAPA 2: TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO

- Se verificó la delimitación del área de estudio, tomando coordenadas, posterior a la realización del mapa lugar de experimentación.
- Se recolectaron y seleccionaron las semillas de *Jatropha curcas* que fueron utilizados en la elaboración del coagulante natural en la eliminación de los contaminantes del agua residual doméstica.
- Las semillas de *Jatropha curcas* tuvieron un proceso de descascarado, secado a una temperatura ambiente para tener la facilidad de moler.
- La molienda o chancado se realizó con ayuda de un procesador ordinario de alimentos.
- Seguidamente el coagulante de *Jatropha curcas* fue usado en las pruebas de jarras.
- Luego, en el laboratorio de la Universidad César Vallejo, se iniciaron las pruebas en jarras con la aplicación del coagulante *Jatropha curcas* según las dosis de 50 ml/L, 70 ml/L, 90 ml/L y un control (Figura 4).

Figura 4: Medidas de las dosis del coagulante *Jatropha curcas* en las residuales domesticas del distrito de Tarapoto





Nota: (A) medidas de las dosis de 50 ml/L del coagulante de semillas de *Jatropha curcas*. (B) medidas de las dosis de 70 ml/L del coagulante de semillas de *Jatropha curcas*. (C) medidas de las dosis de 90 ml/L del coagulante de semillas de *Jatropha curcas*.

- Se utilizó un litro de agua residual doméstica en cada botella con su respectiva dosis de 50 ml/L, 70 ml/L, 90 ml/L, igual para el control que una botella con un litro de agua.

Figura 5: Proceso de tratamiento de las aguas residuales domésticas a dosis diferentes de los coagulantes de semillas de *Jatropha curcas*.



- Posteriormente se empezó con las pruebas de jarras el mezclado a 140 rpm/2 min.
- A continuación, en el proceso de coagulado y floculado se redujo las revoluciones a 30 rpm/30 min.
- Por último, en la etapa de reposo se consideró 30 min para las medidas del pH, turbidez, oxígeno disuelto con el multiparámetro.
- Luego se envasaron las muestras que fueron remitidas al laboratorio acreditado para los análisis respectivos de los indicadores evaluados.

Figura 6: Diagrama de elaboración del coagulante



### ETAPA 3: GABINETE FINAL

- Se procesaron los datos obtenidos durante la experimentación y por resultados de análisis de laboratorio.
- Se elaboraron gráficos, tablas y figuras para mejor entendimiento del presente estudio.
- Se efectuó la elaboración del informe final.
- Se realizó la presentación del informe final.

- Luego a ello se levantaron las correcciones proporcionadas por el asesor.
- Por último, se estableció la sustentación final del estudio.

### **3.6. Método de análisis de datos**

El método de análisis de datos utilizó los programas Microsoft Excel y SPSS-25 para procesar los datos recolectados por los laboratorios en 12 unidades experimentales. Esto se hizo analizando la varianza usando ANOVA y calculando las mediciones usando la prueba de Tukey para determinar si eran significativamente diferentes y así determinar qué dosis fue más efectiva para eliminar contaminantes en las aguas residuales.

### **3.7. Aspectos éticos**

Esta investigación obedece al derecho de autoridad estimado en todos los capítulos del estudio, a los lineamientos regulatorios vigentes de la norma ISO 690 a nivel mundial y a la ética requerida por la Universidad César Vallejo establecida en la Resolución N° 110 - 2022-VI-UCV. Cumple con los principios que complementan la Resolución del Consejo Universitario N° 0126-2017-UCV del 23 de mayo de 2017 y ha sido evaluado por el Comité.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Concentraciones fisicoquímicas inicial de las aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.

De los análisis efectuados se determinaron las concentraciones iniciales de las aguas residuales domésticas provenientes del distrito de Tarapoto, con un promedio de pH de 5.67 ligeramente ácido, la turbidez con un promedio 205.57, además de la temperatura de 27.00 °C y la conductividad eléctrica con un promedio de 904.57  $\mu\text{S}/\text{cm}$  que se encontró por debajo del Estándar de Calidad Ambiental (ECA) de la Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales del DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM (Tabla 2).

Tabla 2: Concentraciones iniciales de los contaminantes en las aguas residuales domesticas del distrito de Tarapoto

Contaminantes	Unidad de medida	M-01	M-02	M-03	Promedio	ECA
pH	Ene-14	5.5	5.8	8.7	5.67	6.5-8.5
Turbidez	NTU	201.5	205.6	209.6	205.57	***
Temperatura	°C	27	27	27	27.00	$\Delta$ 3
Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}$	908.5	905.6	899.6	904.57	2500
DBO	mg/L	20	22.5	21.6	21.37	15
DQO	mg/L	52.3	51.4	52.3	52.00	40
Nitritos	mg/L	112.8	114.6	110.5	112.63	100
Oxígeno disuelto	mg/L	14.6	12.3	13.5	13.47	$\geq$ 4
Aceites y grasas	mg/L	8.8	8.2	8.6	8.53	5

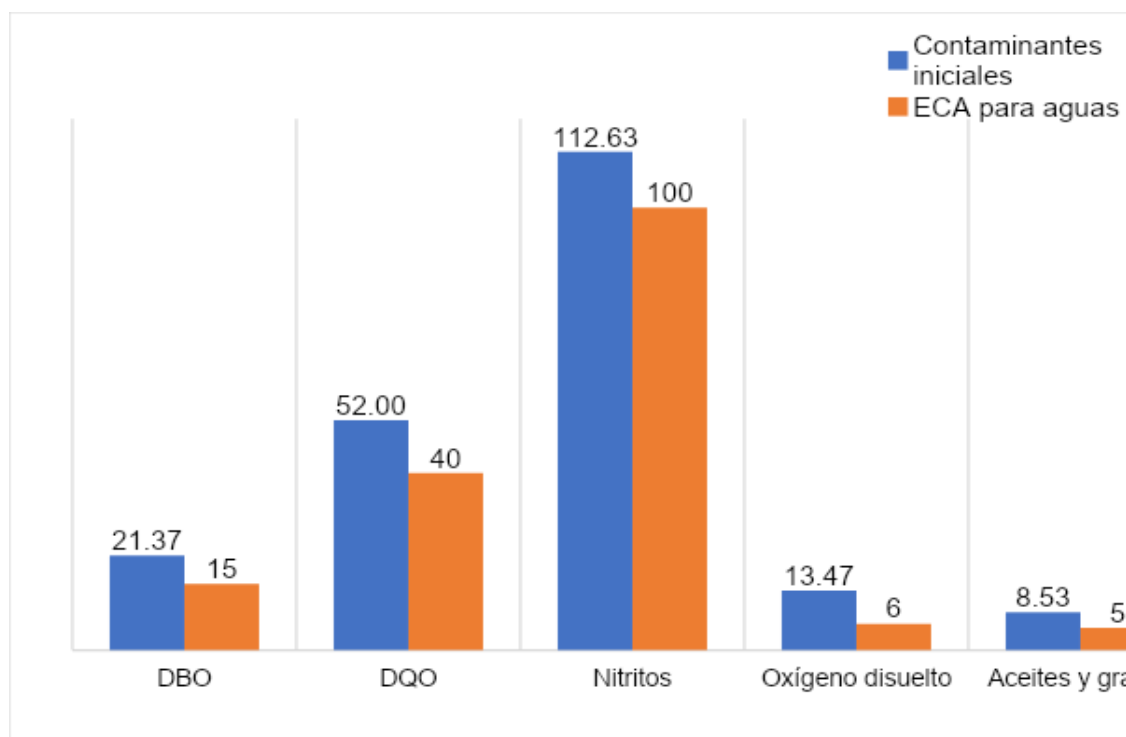
Asimismo, se determinaron las concentraciones iniciales de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 21.37 mg/L, Demanda Química de Oxígeno (DQO) de 52 mg/L, nitritos con 112.63 mg/L, Oxígeno Disuelto con 13.47 mg/L y aceites y grasas de 8.53 mg/L que al contrastar con los estándares de calidad ambiental (ECA) todas las concentraciones están por encima de los ECA, determinando que las aguas se



encuentran contaminadas para ser tratadas que ponen en riesgo a la diversidad de ecosistema acuático y la salubridad (Figura 7).

Estos resultados se asemejan a la indagación de Mokhtar et al., (2019) que también antes de efectuar el tratamiento de aguas residuales realizó los análisis fisicoquímicos iniciales del agua donde los valores fueron 190 mg/L, 430 mg/L de DQO, 210 mg/L de SST, 25 mg/L de NH<sub>3</sub>-N, 40 mg/L de NO<sub>3</sub>-N y 7 mg/L de fósforo.

Figura 7: Concentraciones iniciales de los contaminantes de las aguas residuales domésticas provenientes del distrito de Tarapoto



#### 4.2. Dosis óptima del coagulante de *Jatropha curcas* para remover las concentraciones fisicoquímicas de las aguas residuales domésticas.

La dosis más efectiva en la remisión de los parámetros fisicoquímicos del agua residual doméstica se determinó mediante lo incorporando del coagulante *Jatropha curcas*, quedando evidencia que en el tratamiento 4 con una dosis de 90 ml/L del coagulante se consiguieron mejores resultados en la reducción de las concentraciones fisicoquímicas según los indicadores evaluados como se demuestra en la Tabla 3.



Sin embargo, en la investigación de Hadadi et al., (2022) indica que la dosis óptima para del coagulante natural de *Jatropha curcas* fue de 1.5 ml/ 200ml de agua sintética

Tabla 3: Dosis efectiva en la remoción de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domésticas

Tratamientos	pH	Turbidez	Temperatura	Conductividad eléctrica	DBO	DQO	Nitritos	Oxígeno disuelto	Aceites y grasas
T-01	5.7	200.3	26.7	920.7	21.7	52.6	112.7	6.6	6.6
T-02	6.3	193.4	26.3	809.5	19.7	44.2	103.6	5.5	6.5
T-03	6.9	185.7	26.7	749.9	15.7	40.2	96.6	4.6	7.7
T-04	7.4	164.5	26.3	692.2	11.7	29.6	64.6	3.5	4.5

#### 4.3. Remoción final de la concentración fisicoquímica de las aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.

Según el análisis de varianza (ANOVA) de los tratamientos con el coagulante de *Jatropha curcas* en la remoción de los parámetros fisicoquímicos expone una significancia para los parámetros de  $p < 0.05$  de 0.000, demostrando efectos positivos por la incorporación de la dosis aplicada del coagulante natural (Tabla 3).

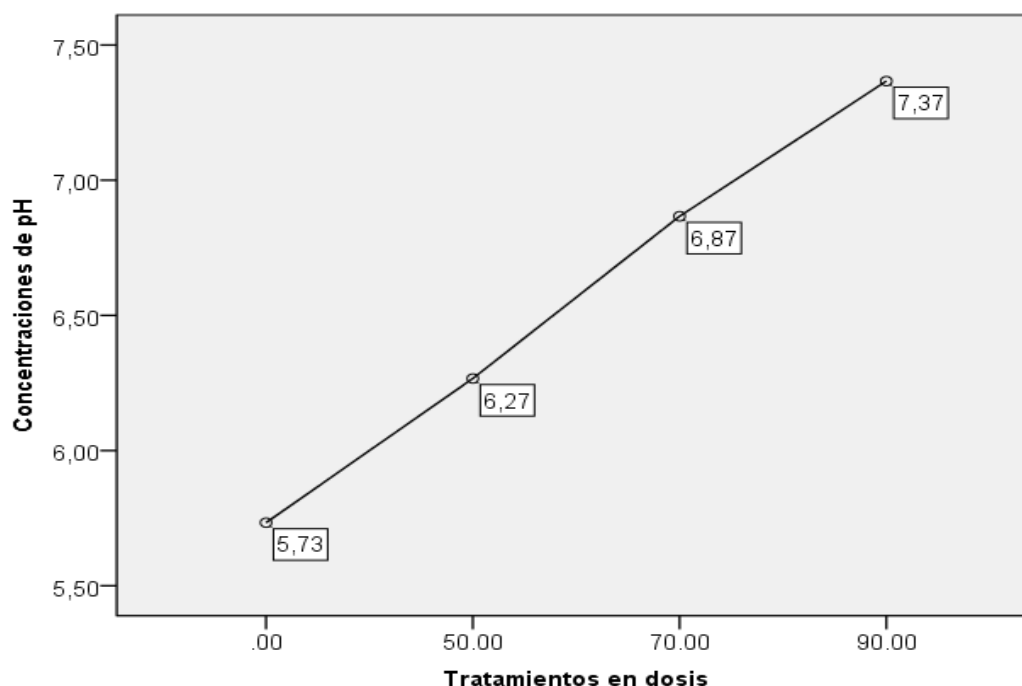
Tabla 4: Análisis de varianza (ANOVA) de los parámetros fisicoquímicos en los tratamientos de las aguas residuales domésticas

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
pH	Inter-grupos	4.543	3	1.514	139.769	0.000
	Intra-grupos	0.087	8	0.011		
	Total	4.629	11			
Turbidez	Inter-grupos	2173.476	3	724.492	60.686	0.000
	Intra-grupos	95.507	8	11.938		
	Total	2268.983	11			
Temperatura	Inter-grupos	0.333	3	0.111	0.333	0.802
	Intra-grupos	2.667	8	0.333		
	Total	3.000	11			
CE	Inter-grupos	85810.582	3	28603.527	329.066	0.000
	Intra-grupos	695.387	8	86.923		
	Total	86505.969	11			
DBO	Inter-grupos	177.000	3	59.000	177.000	0.000
	Intra-grupos	2.667	8	0.333		
	Total	179.667	11			
DQO	Inter-grupos	823.542	3	274.514	133.044	0.000
	Intra-grupos	16.507	8	2.063		
	Total	840.049	11			
Nitritos	Inter-grupos	3933.097	3	1311.032	286.721	0.000
	Intra-grupos	36.580	8	4.573		
	Total	3969.677	11			

OD	Inter-grupos	15.943	3	5.314	91.100	0.000
	Intra-grupos	0.467	8	0.058		
	Total	16.409	11			
AyG	Inter-grupos	16.656	3	5.552	38.070	0.000
	Intra-grupos	1.167	8	0.146		
	Total	17.823	11			

Observamos en la figura de medias, en donde el eje de ordenadas figura las medias de las concentraciones de pH y en el eje de abscisas de los tratamientos a diferentes dosis. Demostrando que **la mayor concentración de pH se encontró en el tratamiento 4 a una dosis de 90 ml/L del coagulante de *Jatropha curcas* y el número más bajo se produjo en las aguas residuales domésticas sin incorporación de dosis del coagulante establecida como testigo**. Para saber entre qué tratamiento se encuentran diferencias que fueron significativas empleamos una prueba Post-hoc (Figura 8).

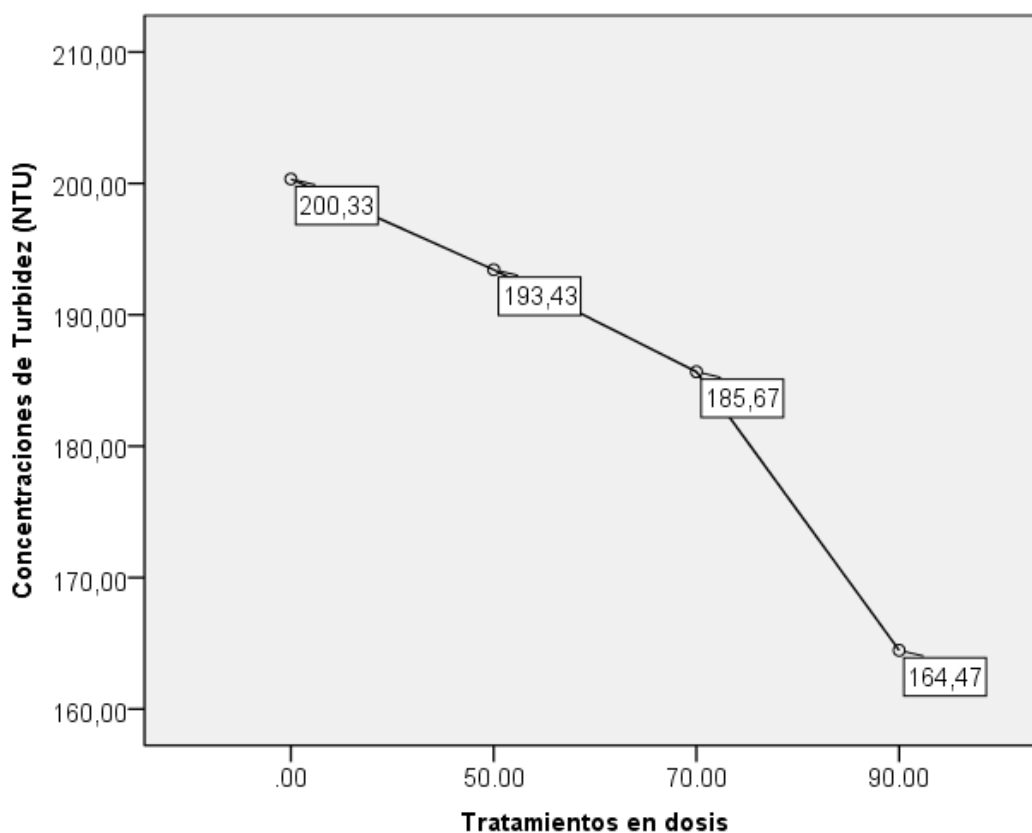
Figura 8: Prueba de Post Hoc de las medias de pH en aguas residuales domésticas tratadas



Seguidamente en la figura de medias, en donde el eje de ordenadas figura las medias de las concentraciones de la turbidez y en el eje de abscisas de los tratamientos a diferentes dosis. Demostrando que **la mayor concentración de turbidez se encontró en el tratamiento testigo sin incorporación del coagulante y el número más bajo se produjo en las aguas residuales domésticas tratadas en el tratamiento 4 con una dosis de 90 ml/L del coagulante de *Jatropha curcas***. Para

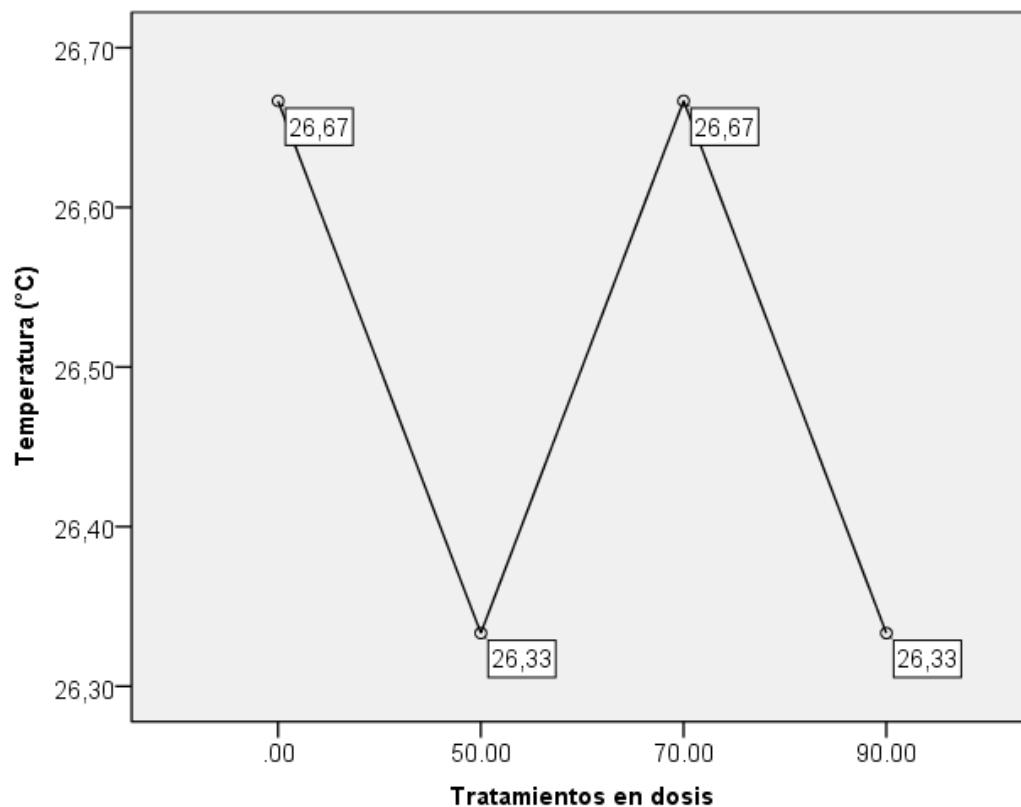
determinar entre qué tratamiento se encuentran diferencias que fueron significativas empleamos una prueba Post-hoc (Figura 9).

Figura 9: Prueba de Post Hoc de las medias de turbidez en aguas residuales domésticas tratadas



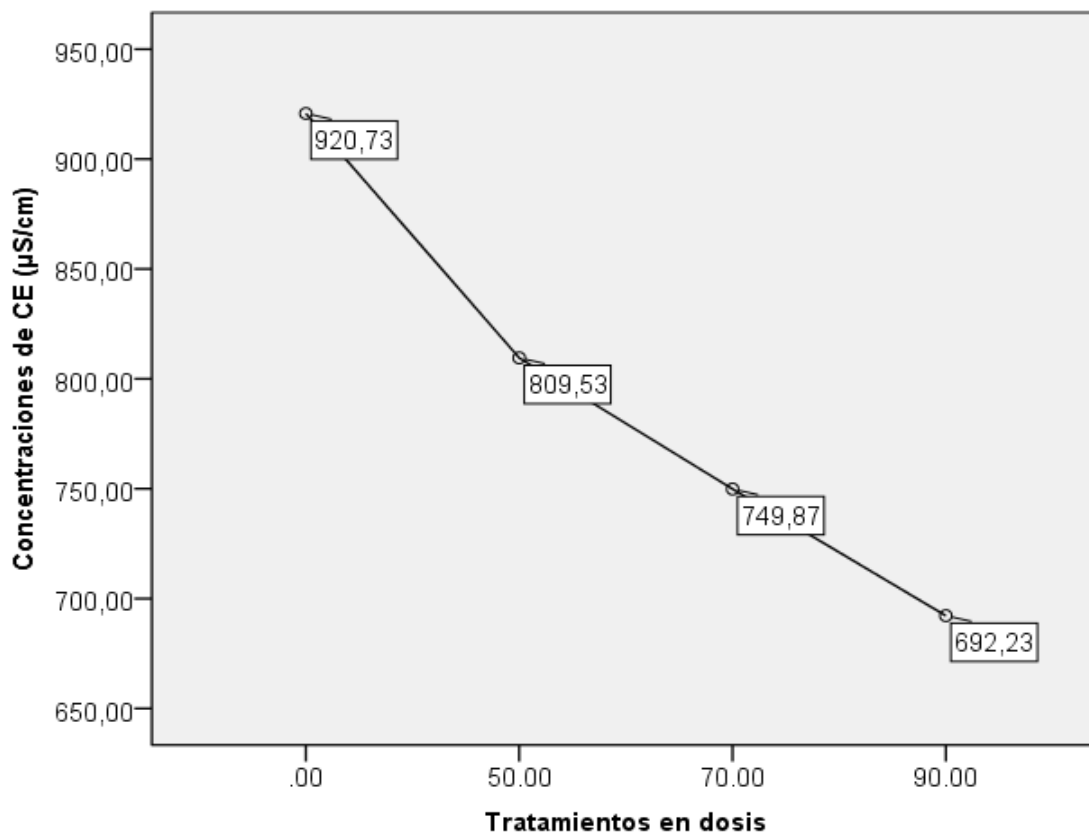
Seguidamente en la figura de medias, donde en el eje de ordenadas conforman las medias de las concentraciones de la temperatura y en el eje de abscisas de los tratamientos a diferentes dosis. Demostrando que **la mayor concentración de temperatura se encontró en el tratamiento testigo sin incorporación del coagulante y el tratamiento 3 a una dosis de 70 ml/L**, además del número **más bajo se produjo en las aguas residuales domésticas tratadas en el tratamiento 2 con una dosis de 50 ml/L y el tratamiento 4 a una dosis de 90 ml/L del coagulante de *Jatropha curcas*.** Para determinar entre qué tratamiento se encuentran diferencias que fueron significativas empleamos una prueba Post-hoc (Figura 10).

Figura 10: Prueba de Post Hoc de las medias de la temperatura en aguas residuales domésticas tratadas



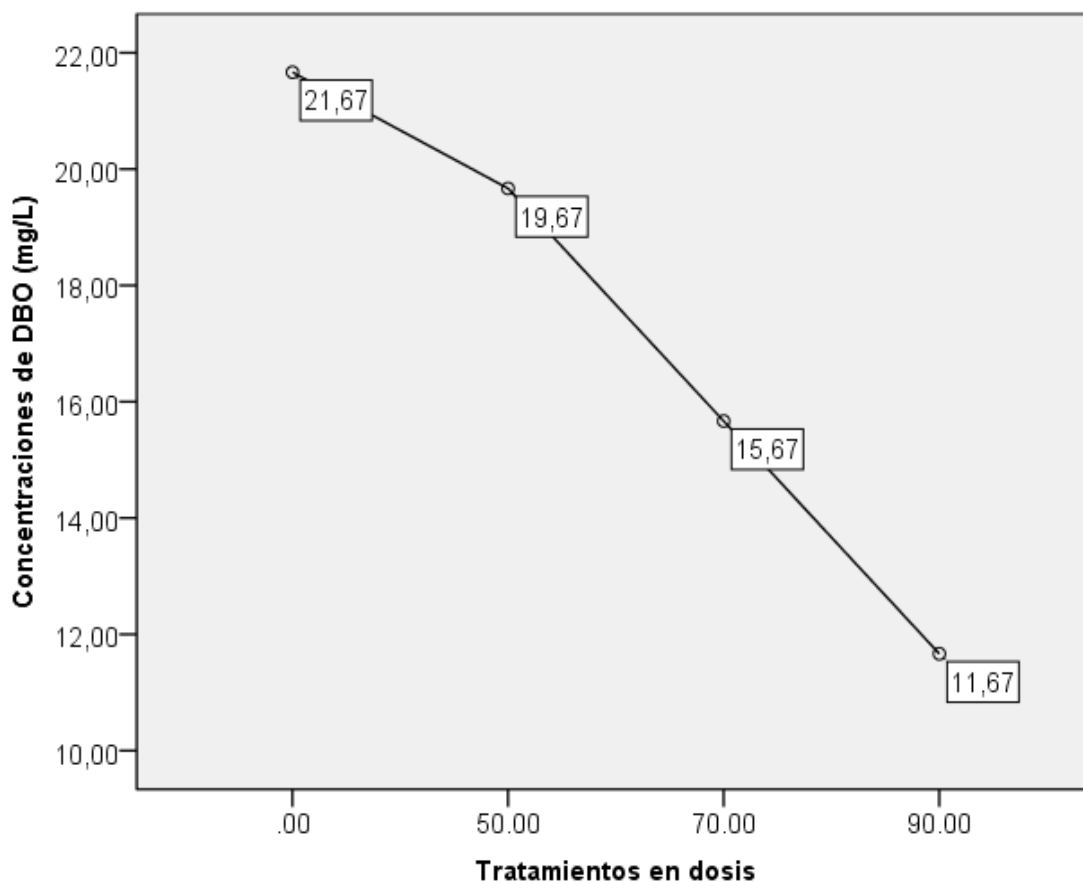
Seguidamente en la figura de medias, en donde el eje de ordenadas figura las medias de las concentraciones de la conductividad eléctrica y en el eje de abscisas de los tratamientos a diferentes dosis. Demostrando que **la mayor concentración de la conductividad eléctrica se encontró en el tratamiento testigo sin incorporación del coagulante** y el número **más bajo de la conductividad eléctrica se produjo en las aguas residuales domésticas tratadas en el tratamiento 4 con una dosis de 90 ml/L del coagulante de *Jatropha curcas***. Para determinar entre qué tratamiento se encuentran diferencias que fueron significativas empleamos una prueba Post-hoc (Figura 11).

Figura 11: Prueba de Post Hoc de las medias de la conductividad eléctrica en aguas residuales domésticas tratadas



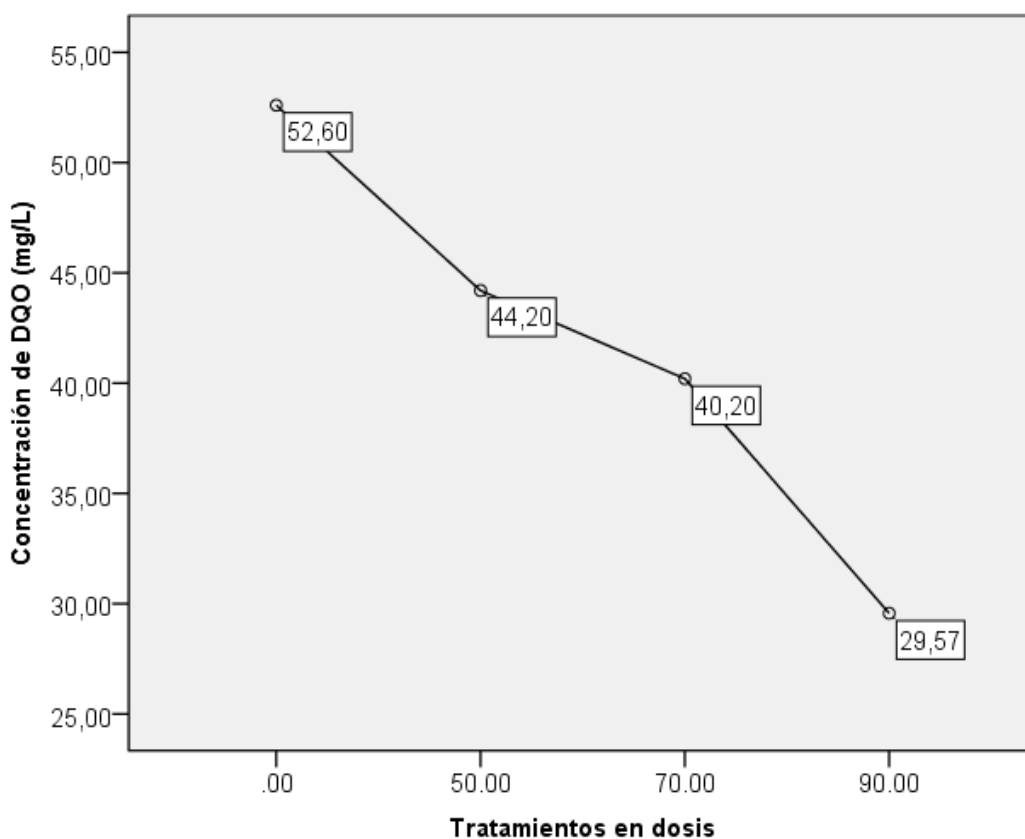
Seguidamente en la figura de medias, en donde el eje de ordenadas figura las medias de las concentraciones de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y en el eje de abscisas de los tratamientos a diferentes dosis. Demostrando que **la mayor concentración de la DBO se encontró en el tratamiento testigo sin incorporación del coagulante** y el número **más bajo de la DBO se produjo en las aguas residuales domésticas tratadas en el tratamiento 4 con una dosis de 90 ml/L del coagulante de *Jatropha curcas***. Para determinar entre qué tratamiento se encuentran diferencias que fueron significativas aplicamos una prueba Post-hoc (Figura 12).

Figura 12: Prueba de Post Hoc de las medias de la DBO en aguas residuales domésticas tratadas



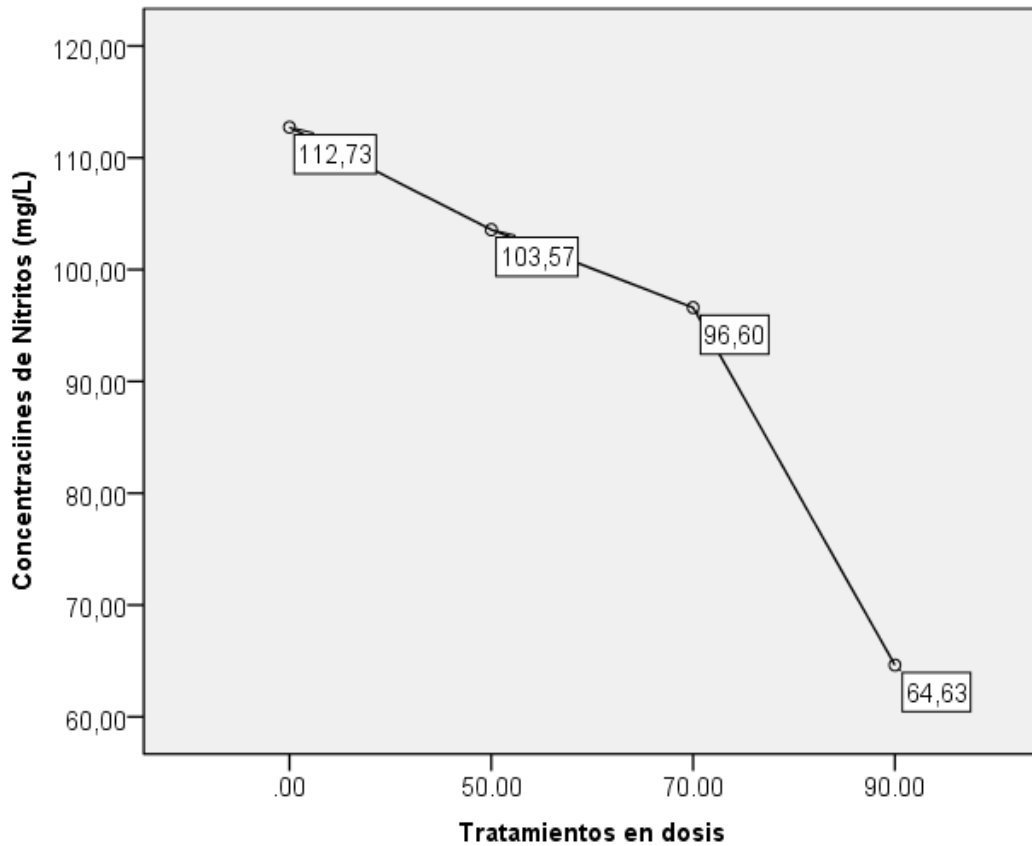
Seguidamente en la figura de medias, en donde el eje de ordenadas figura las medias de las concentraciones de la demanda química de oxígeno (DQO) y en el eje de abscisas de los tratamientos a diferentes dosis. Demostrando que **la mayor concentración de la DQO se encontró en el tratamiento testigo sin incorporación del coagulante** y el número **más bajo de la DQO se produjo en las aguas residuales domésticas tratadas en el tratamiento 4 con una dosis de 90 ml/L del coagulante de *Jatropha curcas***. Datos que fueron determinados entre qué tratamiento se encontró diferencias que fueron significativas aplicamos una prueba Post-hoc (Figura 13).

Figura 13: Prueba de Post Hoc de las medias de la DQO en aguas residuales domésticas tratadas



Seguidamente en la figura de medias, en donde el eje de ordenadas figura las medias de las concentraciones de los nitritos y en el eje de abscisas de los tratamientos a diferentes dosis. Demostrando que **la mayor concentración de nitritos se encontró en el tratamiento testigo sin incorporación del coagulante** y el número **más bajo de nitritos se produjo en las aguas residuales domésticas tratadas en el tratamiento 4 con una dosis de 90 ml/L del coagulante de *Jatropha curcas*.** Datos que fueron determinados entre qué tratamiento se encontró diferencias que fueron significativas aplicamos una prueba Post-hoc (Figura 14).

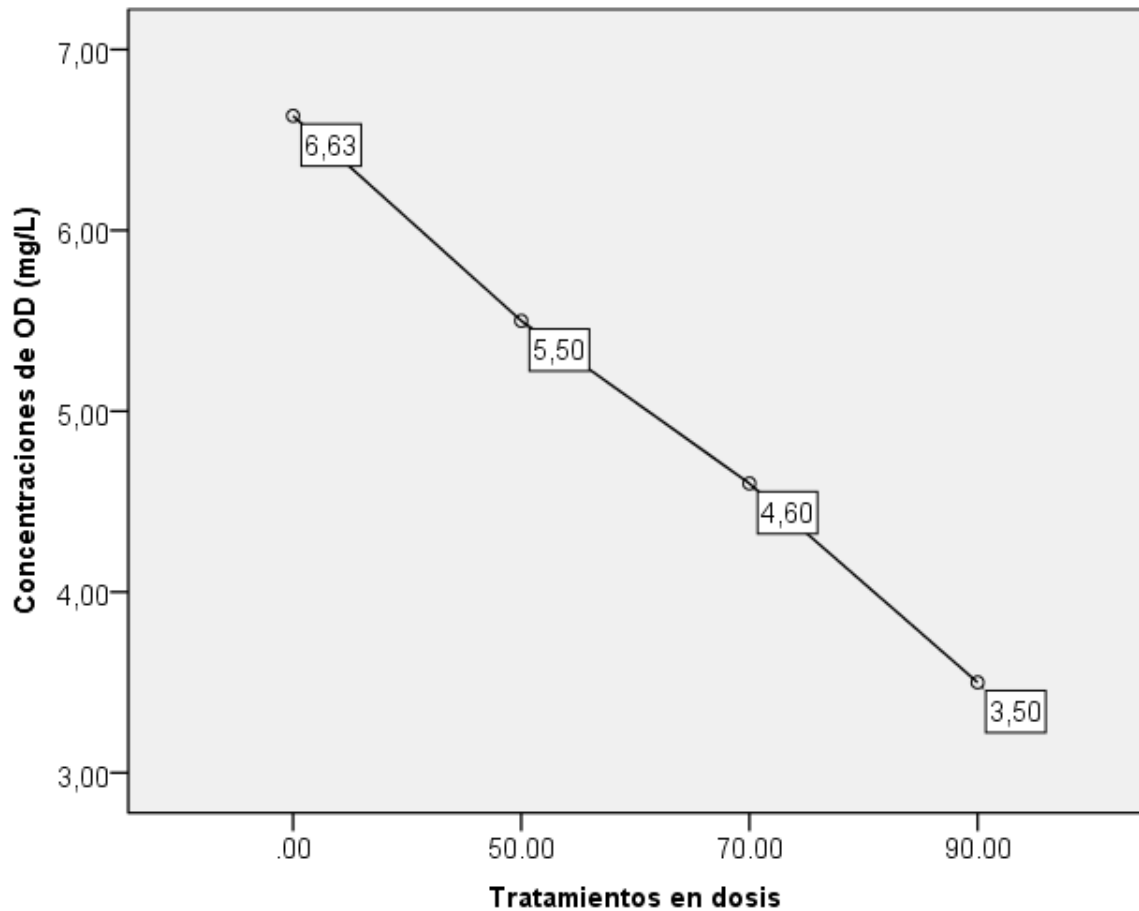
Figura 14: Prueba de Post Hoc de las medias de nitritos en aguas residuales domésticas tratadas



Seguidamente en la figura de medias, en donde el eje de ordenadas figura las medias de las concentraciones del oxígeno disuelto y en el eje de abscisas de los tratamientos a diferentes dosis. Demostrando que **la mayor concentración de oxígeno disuelto se encontró en el tratamiento testigo sin incorporación del coagulante** y el número **más bajo de oxígeno disuelto se produjo en las aguas residuales domésticas tratadas en el tratamiento 4 con una dosis de 90 ml/L del coagulante de *Jatropha curcas***. Datos que fueron determinados entre qué tratamiento se encontró diferencias que fueron significativas aplicamos una prueba Post-hoc (Figura 15).

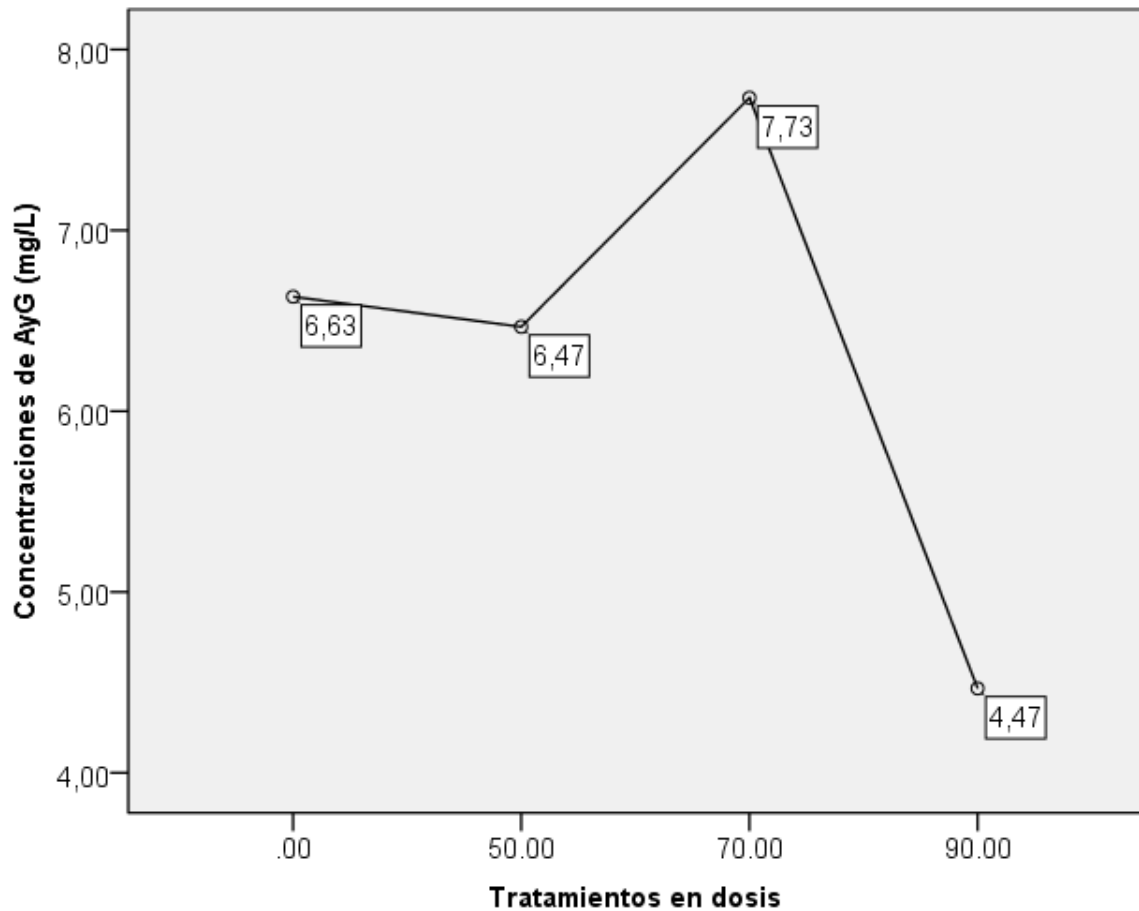


Figura 15: Prueba de Post Hoc de las medias de oxígeno disuelto en aguas residuales domésticas tratadas



Seguidamente en la figura de medias, en donde el eje de ordenadas figura las medias de las concentraciones de los aceites y grasas y en el eje de abscisas de los tratamientos a diferentes dosis. Demostrando que **la mayor concentración de aceites y grasas se encontró en el tratamiento 3 con incorporación de 70 ml/L del coagulante** y el número **más bajo de aceites y grasas se produjo en las aguas residuales domésticas tratadas en el tratamiento 4 con una dosis de 90 ml/L del coagulante de *Jatropha curcas***. Datos que fueron determinados entre qué tratamiento se encontró diferencias que fueron significativas aplicamos una prueba Post-hoc (Figura 16).

Figura 16: Prueba de Post Hoc de las medias de aceites y grasas en aguas residuales domésticas tratadas



Existe una similitud de resultados con la exploración de Zainal et al., (2021) que empleo como coagulante primario agregando *Jatropha curcas* (JC) como floculante, donde la combinación de semilla JC (0,9 g/L) como floculante redujo la dosis de SnCl<sub>4</sub> como coagulante desde 11,1 g/L hasta 8,5 g/L con eliminaciones de 99,78%, 98,53% y 74,29% para SS, color y DQO, respectivamente.

## V. DISCUSIÓN

La concentración fisicoquímica inicial de las aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto, se determinó que el promedio del pH fue de 5.67 ligeramente ácido, la turbidez con un promedio 205.57 NTU, además de la temperatura de 27.00 °C y la conductividad eléctrica con un promedio de 904.57  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , además de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 21.37 mg/L, Demanda Química de Oxígeno (DQO) de 52 mg/L, nitratos con 112.63 mg/L, oxígeno Disuelto con 13.47 mg/L y aceites y grasas de 8.53 mg/L. Por otro lado, en la investigación de Mokhtar et al. (2019) que emplearon *Jatropha curcas* donde obtuvieron valores iniciales de 190 mg/L, 430 mg/L de DQO, 210 mg/L de SST, 25 mg/L de  $\text{NH}_3\text{-N}$ , 40 mg/L de  $\text{NO}_3\text{-N}$  y 7 mg/L de fósforo. En otra investigación donde se abordó la aplicación de coagulantes para tratar aguas residuales, los autores Carril, Gómez y Vásquez (2020) señalan que emplearon cladodio de tuna (*Opuntia ficus indica*) y del endospermo de moringa (*Moringa Oleífera*) en el control y manejo de aguas residuales domésticas, donde obtuvieron valores iniciales de 30.1 °C de temperatura, 149 mg/L de SST, 164 NTU de turbidez, 464 mg/l de SDT, 7.74 de pH, 64.62 mg/L de DBO5, 0.67 mg/L de OD, 1037  $\mu\text{S}/\text{cm}$  de CE y 0.46 % de salinidad. Una investigación similar fue realizada por Jaco (2021) En el asentamiento humano de Villa Solidaridad San Juan de Miraflores el nopal se utilizó como coagulante para tratar aguas residuales grises domésticas. Los resultados de laboratorio expusieron que el agua original era alcalina con un pH de 9,87, una turbidez de 625 NTU y una conductividad de 2870 ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), 1435 mg/L TDS, 572 mg/L SST, 332 mg/L DBO, 1519 mg/L DQO, 449,65 mg/l detergente, 16,32 mg/l fosfato y 0,21 mg/l nitrito. Por otro lado, Condori (2021) señala que empleó *Opuntia ficus indica* (cactus) en tratamiento de aguas grises en el anexo Bellavista, Moquegua se analizó el agua de lavado y los valores aumentaron a DBO 1090 mg/L, pH 7,3 y la temperatura incrementó en 1 grado a 16,3 °C, se indicó el valor de sulfato es 383,31 mg/L, turbidez es 825 NTU, DQO 2632 mg/L, SST 840 mg/L; se observó que la polución que se presenta tras el uso del agua en las operaciones de lavado de ropa es evidente.

La dosis óptima del coagulante de *Jatropha curcas* para remover las concentraciones fisicoquímicas de las aguas residuales domésticas fue de 90 ml/L. En una investigación similar realizada por Hadadi et al., (2022) señala que la dosis óptima del coagulante natural de *Jatropha curcas* fue de 1.5 ml/ 200 ml de agua sintética. Por otro lado, en la investigación de Dunoyer et al., (2022) señalan que emplearon *Cassia fistula* para tratar aguas residuales domésticas, donde determinaron que la dosis óptima del coagulante fue de 160 mgL<sup>-1</sup> ya que tuvo mayor remoción a comparación de los otros tratamientos con dosis diferentes. En una investigación relacionada a los coagulantes naturales, Castellanos y Marin (2020) determinaron que el coagulante sin extracción de aceite de *Moringa Oleifera* adquirió una dosis óptima de 40 mg/L a pH 7. También Flórez y Vargas (2021) usaron los extractos naturales de *Heliocarpus popayanensis* y *Trumfetta Bogotensis*, conocidos como Balalso Blanco (BB) y Cadillo de Bestia (CB), respectivamente, eliminaron con éxito el 58,9% de la turbidez de las aguas residuales con la dosis óptima de BB de 7 ml. CB es de 11 ml, que puede eliminar el 63,8% de la turbidez del agua original. Quintero y Rodriguez (2018) realizaron la evaluación del efecto coagulante de los extractos de *Moringa oleifera* y *Jatropha curcas* sobre aguas residuales del café a pH original, donde determinaron que la dosis óptima de *Jatropha curcas* fue de 1.000 y 1.500 ppm. En otro estudio similar realizada por Duran (2021) señala que la dosis óptima empleada para remover contaminantes fue de 0.75 g/L de *Jatropha curcas*. Bouchared et al., (2021) señala que empleó un agente coagulante activo del polvo de semillas de *Moringa Oleifera* (MOSP), donde usó 140 mg/L para remover hasta el 97% de turbidez presente en aguas residuales municipales.

La eliminación final de la concentración fisicoquímicas de las aguas residuales domesticas del distrito de Tarapoto fue para el pH con un valor de 7.37, la turbidez con 164.47 NTU, la temperatura fue de 26.33°C, la conductividad eléctrica de 692,23 µS/cm, la concentración del DBO fue de 11.67 mg/L, DQO de 29.57 mg/L, nitritos de 64.63 mg/L, oxígeno disuelto de 3.50 mg/L y aceites y grasa de 4.47 mg/L. Un estudio similar realizado por Njewa et al., (2020) señala que emplearon las semillas de *Moringa oleifera* y *Jatropha curcas* para tratar aguas residuales,

donde los extractos de semillas de *Jatropha curcas* disminuyeron la turbidez de  $464,11 \pm 0,13$  a  $22,68 \pm 0,15$  NTU (95,11%), sin embargo, la concentración de SDT aumentó  $870,37 \pm 0,05$  mg/L a  $1161,83 \pm 0,29$  mg/L, respectivamente. Se observó que aumentar las dosis de coagulante de 5 mL/400 mL a 100 mL/400 mL aumentó la conductividad eléctrica del agua residual de  $1241,31 \pm 0,13$   $\mu\text{s/cm}$  a  $1256,12 \pm 0,06$   $\mu\text{s/cm}$ ,  $1258,49 \pm 0,12$   $\mu\text{s/cm}$ ,  $1277,94 \pm 0,06$   $\mu\text{s/cm}$  y  $1245,96 \pm 0,95$   $\mu\text{s/cm}$  para extractos de *Moringa oleifera*, extractos de *Jatropha curcas*. También redujeron las concentraciones de Coliformes fecales de 114 UFC/mL a 0 UFC/mL. En una investigación similar realizada por Arias (2021) señala que utilizando semillas de Piñón (*Jatropha*) y Moringa (*Moringa oleifera*) para optimizar la calidad del agua del río Manzo en el estado La Concordia, realizó análisis de laboratorio y métodos estadísticos para cada tratamiento estudiado, demostrando que el nitrógeno total fue efectivo. El rango es del 65%, el rango de DQO efectivo es del 35,5%, el rango de DBO efectivo es del 41% y el rango de turbidez efectivo es del 47%. Ortiz (2020) señala que empleó la cáscara de plátano actúa como coagulante natural para aclarar el agua. Cuando se probaron en agua con una concentración de hierro de 200 mg/L, se encontró que las soluciones de cáscara de plátano tienen propiedades de biosorción y son capaces de eliminar el hierro (Fe) en agua con un valor de pH superior a 8.0, puede reducir la concentración de hierro en agua hasta un 99.99% y es más eficaz en soluciones bioabsorbentes con una concentración de 90 mg/L. Por otro lado, Dotto (2018) señala que empleó dos coagulantes orgánicos (semillas de *Moringa oleifera* Lam extraídas en soluciones salinas de NaCl y KCl  $1 \text{ mol L}^{-1}$ ) y un coagulante inorgánico (sulfato de aluminio). Presentando los mejores resultados, en general, alcanzando eliminaciones de 82.2% para el color aparente, 83.05% para DQO, 78.4% para RP-HE7B y 89.7% para OP-HER empleando el coagulante de *Moringa* extraído en KCl. Zainal et al., (2021) examinó la posibilidad de reducir la cantidad de cloruro de estaño (IV) ( $\text{SnCl}_4$ ) como coagulante primario agregando *Jatropha curcas* (JC) como floculante, donde la combinación de semilla JC (0.9 g/L) como floculante redujo la dosis de  $\text{SnCl}_4$  como coagulante desde 11,1 g/L hasta 8,5 g/L con eliminaciones de 99.78%, 98.53% y 74.29% para SS, color y DQO, respectivamente. Owodunni et al., (2022) señala que utilizó nuevas leguminosas (judías verdes (GB), gandul (PP)), semillas de frutas

(Tamarindo indica (TI) y palmera datilera (DS)) como coagulantes para eliminar la turbidez, donde obtuvo el resultado mostró que el extracto de agua destilada de PP tuvo la mayor eliminación de turbidez con un 81,12 %, mientras que el DS tuvo el menor rendimiento con un 62,54 %. El extracto NaCl de PP tuvo la mayor remoción (94,62%), seguido del TI (76,08%).

## VI. CONCLUSIONES

1. La concentración inicial fisicoquímica de las aguas residuales domésticas demostró que solo los parámetros pH, turbidez, temperatura y conductividad eléctrica se encontraban por debajo del ECA para agua, a comparación de los parámetros DBO, DQO, OD, nitritos y aceites y grasas que se encontraban por encima de dicho estándar.
2. La dosis óptima del coagulante de *Jatropha curcas* para remover las concentraciones fisicoquímicas de las aguas residuales domésticas fue de 90 ml/L.
3. La remoción de las concentraciones fisicoquímicas de las aguas residuales demostró una significancia para los parámetros de  $p < 0.05$  de 0.000, demostrando efectos positivos por la incorporación de la dosis aplicada del coagulante natural.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Para la réplica de esta investigación se recomienda realizar un análisis inicial de los parámetros fisicoquímicos del agua residual doméstica, la cual servirá para posteriores comparaciones con valores finales y establecer la eficiencia del coagulante natural.
2. Para establecer la dosis óptima del coagulante se recomienda tener hasta 3 tratamientos con dosis diferentes, donde mediante experimentación y análisis final se determinará cuál dosis fue la eficiente para apartar contaminantes presentes en aguas residuales.
3. Para establecer la depuración final de la concentración fisicoquímica de las aguas residuales domésticas, se recomienda realizar un análisis final y así realizar una comparación con las concentraciones iniciales.



## REFERENCIAS

- Abdulla, H.M., El-Shatoury, S.A., El-Shahawy, A.A. et al. An integrated bioaugmentation/electrocoagulation concept for olive mill wastewater management and the reuse in irrigation of biofuel plants: a pilot study. *Environ Sci Pollut Res* 26, 15803–15815 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04893-w>
- Abidin, ZZ; Norhafizah Madehi; Robiah Yunus; Aishah Derahman. Effect of storage conditions on *Jatropha curcas* performance as biocoagulant for treating Palm Oil Mill Effluent. *Journal of Environmental Science and Technology* 2019 Vol.12 No.2 pp.92-101 ref.31. doi: 10.3923/jest.2019.92.101
- Aguilar, Henry (2019) Utilización de la Moringa oleifera como coagulante para la remoción de arsénico en el agua de los pozos del centro poblado Cruz del Medano del Distrito de Mórrope, 2018. Universidad Cesar Vallejo
- Ali, M., Mustafa, A. & Saleem, M. Comparative Study between Indigenous Natural Coagulants and Alum for Microalgae Harvesting. *Arab J Sci Eng* 44, 6453–6463 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13369-018-3681-5>
- Alnawajha, M.M., Kurniawan, S.B., Abdullah, S.R.S. et al. (2022). Performance of water-extracted *Leucaena leucocephala* seeds as coagulant and alum in treating aquaculture effluent: effect of dosage, rapid mixing speed, and settling time. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04682-y>
- Arias (2021) Evaluación De Tratamiento Para Los Efluentes De Plantas Extractoras De Aceite De Palma (*Elaeis Guineensis*) En El Cantón La Concordia. Universidad Agraria del Ecuador.
- Barreto Pardo, J. S., Vargas Moncada, D. K., Ruiz Martínez, L. E. y Gomez Ayala, S. L. (2019). Evaluación de coagulantes naturales para el tratamiento de aguas residuales domésticas. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 11(1), 105 - 116. <https://doi.org/10.22490/21456453.3081>

- Bravo, Mónica (2017) Coagulantes y Floculantes Naturales Usados en la Reducción de Turbidez, Sólidos Suspendidos, Colorantes y Metales Pesados en Aguas Residuales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Bouchareb, R., Derbal, K., & Benalia, A. (2021). Optimization of active coagulant agent extraction method from Moringa Oleifera seeds for municipal wastewater treatment. *Water Science and Technology: A Journal of the International Association on Water Pollution Research*, 84(2), 393–403. <https://doi.org/10.2166/wst.2021.234>
- Castellanos y Martin (2020) Desarrollo De Un Coagulante Orgánico A Partir De La Semilla De Moringa Para La Empresa Comercial Dacetex Ltda. Fundación Universidad De Americas.
- Carril, A., Gómez, Y., y Vásquez H. (2020) Efecto Coagulante - Floculante Del Cladodio De Tuna (Opuntia Ficus Indica) Y Del Endospermo De Moringa (Moringa Oleífera Lam) En El Tratamiento Primario De Aguas Residuales Domesticas De La PTAR Del Sector 9, Distrito De Manantay, 2018. Universidad Nacional de Ucayali.
- Condori, Abimael (2021) Eficiencia del Mucílago de Corryocactus brevistylus y de Opuntia ficus indica en el Tratamiento de Aguas Residuales de Lavandería Doméstica en el Anexo de Bellavista, Moquegua 2021. Universidad Cesar Vallejo
- Deshmukh, M. N. Hedao. (2019) Wastewater Treatment Using Bio-Coagulant as Cactus Opuntia Ficus Indica. 2nd International Conference on New Frontiers in Chemical, Energy and Environmental Engineering (INCEEE - 2019) 15-16 Feb. NIT Warangal, India.
- Díaz A. y Paredes P. (2022) Aprovechamiento de aguas residuales domésticas tratadas mediante el uso de un humedal artificial de piñón y girasol. *Pol. Con.* (Edición núm. 66) Vol. 7, No 1 Enero 2022, pp. 1478-1495 ISSN: 2550 - 682X DOI: 10.23857/pc.v7i1.3556
- Dotto, J., Fagundes-Klen, M. R., Veit, M. T., Palácio, S. M., & Bergamasco, R. (2018). Performance of different coagulants in the coagulation/flocculation

process of textile wastewater. *Journal of Cleaner Production*. doi:10.1016/j.jclepro.2018.10.112

- Dunoyer, A. A. T., Carrillo, L. E. G., & Cuello, R. E. G. (2022). Removal of turbidity and color in domestic wastewater using aqueous seed extract of *Cassia fistula*. *Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 17(2), 1–9. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2803>
- Durán, Diony (2021) Efecto de Penca de Tuna (*Opuntia Ficus Indica*) Con Semilla de Moringa (*Moringa Oleifera*) como Coagulante Natural para disminuir la Turbidez del Agua en el Reservorio de la Jass del Centro Poblado de Vichaycoto, Huánuco – 2021. Universidad de Huánuco.
- Flórez, L. y Vargas S. (2021) Evaluación De La Capacidad De Coagulación /Floculación De Extractos De Material Vegetal Nativo. Universidad Católica de Manizales
- Gaitán E. y Segura C. (2020) Evaluación de la Actividad Coagulante de la Semilla *Passiflora Edulis* Var. *Flavicarpa* Degener en la Cuenca Baja del Río Bogotá, Anapoima-Cundinamarca. Universidad EL Bosque
- Hadadi, Amina, Ali Imessaoudene, Jean-Claude Bollinger, Aymen Amine Assadi, Abdeltif Amrane, and Lotfi Mouni. 2022. "Comparison of Four Plant-Based Bio-Coagulants Performances against Alum and Ferric Chloride in the Turbidity Improvement of Bentonite Synthetic Water" *Water* 14, no. 20: 3324. <https://doi.org/10.3390/w14203324>
- Harun, Nur Haninah, Zurina Zainal Abidin, Umar Adam Majid, Mohamad Rezi Abdul Hamid, Abdul Halim Abdullah, Rizafizah Othaman, and Mohd Yusof Harun. 2022. "Adopting Sustainable *Jatropha* Oil Bio-Based Polymer Membranes as Alternatives for Environmental Remediation" *Polymers* 14, no. 16: 3325. <https://doi.org/10.3390/polym14163325>
- Hernández C. y Quimbay D. (2021) Evaluación De La Semilla De Moringa Oleifera Como Coagulante Para El Tratamiento De Aguas Residuales De La Ptar El Salitre. Fundación Universidad De América

- Jaco, E. (2021). Eficiencia de la Opuntia ficus indica como coagulante para el tratamiento de las aguas residuales domésticas grises en el Asentamiento Humano Villa Solidaridad - San Juan de Miraflores. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/5812>
- Keneni, Y. G., Hvoslef-Eide, A. K. (Trine), & Marchetti, J. M. (2019). Mathematical modelling of the drying kinetics of Jatropha curcas L. seeds. *Industrial Crops and Products*, 132, 12–20. doi:10.1016/j.indcrop.2019.02.012
- Madian, H.R., Abdelhamid, A.E., Hassan, H.M. et al. Potential applicability of Jatropha curcas leaves in bioethanol production and their composites with polymer in wastewater treatment. *Biomass Conv. Bioref.* (2023). <https://doi.org/10.1007/s13399-023-04135-7>
- Melendez, Leslie (2019) Eficiencia De La Moringa Oleífera Como Coagulante Natural En La Remoción De Turbidez Del Agua Residual Domèstica Del Efluente Del Uasb-Citrar. Universidad Nacional Tecnologica De Lima Sur
- Mohammed Shadi S. Abujazara,b, Sakine Ugurlu Karaağaçb , Hamza Ramadanb , Salem S. Abu Amrc , Motasem Y.D. Alazaiza. Application of pinecones powder as a natural coagulant for sustainable treatment of industrial wastewater. *Desalination and Water Treatment*. 269, 57–64 September. doi: 10.5004/dwt.2022.28749
- Mokhtar, N. M., Priyatharishini, M., & Kristanti, R. A. (2019). Study on the effectiveness of banana peel coagulant in turbidity reduction of synthetic wastewater. *International Journal of Engineering Technology and Sciences*, 6(1), 82–90. <https://doi.org/10.15282/ijets.v6i1.2109>
- Nasr, F.A., El-Shafai, S.A., Abdelfadil, A.S. et al. Potential use of treated domestic sewage for cultivation of biofuel crops in Egypt. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 16, 7433–7442 (2019). <https://doi.org/10.1007/s13762-018-2101-4>
- Njewa et al (2021) - Wastewater clarification and microbial load reduction using wastes. *Tanzania Journal of Science* 47(1): 19-33. <https://dx.doi.org/10.4314/tjs.v47i1.3>

- Nur Shahzaiwa Wafa Shahimi, Nur Syamimi Zaidi, Muhammad Burhanuddin Bahrodin and Amir Hariz Amran. (2021) Utilization of Fruit Wastes (Jackfruit and Mango Seeds and Banana Trunk) as Natural Coagulants in Treating Municipal Wastewater. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. doi:10.1088/1757-899X/1144/1/012049
- Olivero, R., Florez, A., Vega L., y Villegas G. (2017) Evaluation of a the mixture of natural coagulants *Opuntia ficus* and *Moringa oleífera* in water clarification. Rev. P+L vol.12 no.2 Caldas July/Dec. 2017 <https://doi.org/10.22507/pml.v12n2a6>
- Ortiz, Mario (2020) Evaluación de la cáscara de Plátano (AAB SIMMONDS) como coagulante natural para la clarificación de aguas. Escuela Colombiana de Ingeniería
- Owodunni, A.A., Ismail, S. & Olaiya, N.G. Parametric study of novel plant-based seed coagulant in modeled wastewater turbidity removal. *Environ Sci Pollut Res* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21353-0>
- Panadero y Posada (2016) Eficiencia del coagulante natural a partir de la semilla *Jatropha curcas* para aguas crudas evaluando variables fisicoquímicas del agua. Universidad de Cundinamarca
- Priyatharishini, M., & Mokhtar, N. M. (2021). Performance of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) peel coagulant in turbidity reduction under different pH of wastewater. *Materials Today: Proceedings*, 46, 1818–1823. doi:10.1016/j.matpr.2020.10.248
- Quintero, Laura (2017) Evaluación de la eficiencia de coagulantes naturales en el tratamiento de las aguas residuales del café. Universidad de Manizales.
- Quinteros L. y Rodriguez N. (2018) Evaluación de Coagulantes de Extractos Naturales de *Moringa Oleifera* y *Jatropha Curcas* en las Aguas Residuales del Café. *Cenicafé*, 69(1):68-82. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc069%2801%29068-082.pdf>
- Rafia Abid, Seema Mahmood, Shazia Ghaffar, Saman Zahra & Sibgha Noreen. Tannery Effluent Induced Morpho-Biochemical Expressions and Chromium

Accumulation in *Jatropha curcas* L. and *Pongamia pinnata* L. *Sains Malaysiana* 48(5) (2019): 927–936. <http://dx.doi.org/10.17576/jsm-2019-4805-01>

Raouf Bouchareb, Kerroum Derbal, Abderrezzak Benalia; Optimización del método de extracción del agente coagulante activo de las semillas de *Moringa Oleifera* para el tratamiento de aguas residuales municipales. *Water Sci Technol* 15 de julio de 2021; 84 (2): 393–403. doi: <https://doi.org/10.2166/wst.2021.234>

Rehman, K., Imran, A., Amin, I., & Afzal, M. (2018). Enhancement of oil field-produced wastewater remediation by bacterially-augmented floating treatment wetlands. *Chemosphere*. doi:10.1016/j.chemosphere.2018.11

Romero, María (2022) Estudio de la Eficiencia de los Coagulantes Naturales Con Respecto a los Coagulantes Sintéticos Utilizados en el Tratamiento de Agua Potable. Universidad de la Cuenca - Ecuador

Sharifah Farah Fariza Syed Zainal, Hamidi Abdul Aziz, Fatehah Mohd Omar & Motasem Y.D. Alazaiza (2021) Sludge performance in coagulation-flocculation treatment for suspended solids removal from landfill leachate using Tin (IV) chloride and *Jatropha curcas*, *International Journal of Environmental Analytical Chemistry*, DOI: 10.1080/03067319.2021.1931161

Siti Nor Aishah Mohd-Salleh\*, Nur Shaylinda Mohd-Zin & Norzila Othman. A Review of Wastewater Treatment using Natural Material and Its Potential as Aid and Composite Coagulant. *Sains Malaysiana* 48(1) (2019): 155–164 <http://dx.doi.org/10.17576/jsm-2019-4801-18>

Taron-Dunoyer, Arnulfo A.; Guzman-Carrillo, Luis E. And Barros-Portnoy, Israel. Evaluación de la *Cassia fistula* como coagulante natural en el tratamiento primario de aguas residuales. *Orinoquia* [online]. 2017, vol.21, n.1, pp.73-78. <https://doi.org/10.22579/20112629.396>.

Tarrillo, H. y Tenorio M. (2019) Eficiencia Del Coagulante – Flocculante Tuna (Opuntia Ficus) Para la Clarificación de las Aguas de la Acequia El Pueblo De Ferreñafe – 2019. Universidad De Lambayeque

- Tomatin, L., Nonfodji, O., Chouti, W., Dannon, M., Aboubakari, A. and Fatombi, J. (2022) Use of Natural Coagulants in Removing Organic Matter, Turbidity and Fecal Bacteria from Hospital Wastewater by Coagulation-Flocculation Process. *Journal of Water Resource and Protection*, 14, 719-730. doi: 10.4236/jwarp.2022.1411039.
- Torreblanca, Joel (2019). *Uso de la semilla de guayaba y moringa como coagulante para el tratamiento del agua en la cuenca media del Río Rímac* 2019. Universidad Cesar Vallejo
- Turcios Flores, E. G. (2019). Uso de semilla de *moringa oleifera* como coagulante orgánico en el tratamiento de agua para consumo humano. *Agua, Saneamiento & Ambiente*, 14(1), 7–15. Recuperado a partir de <https://revistas.usac.edu.gt/index.php/asa/article/view/1138>
- Ulum, B., Ilyas, S., Fahri, A.N. et al. Composite Carbon-lignin/ Zinc Oxide Nanocrystalline Ball-like Hexagonal Mediated from *Jatropha curcas* L Leaf as Photocatalyst for Industrial Dye Degradation. *J Inorg Organomet Polym* 30, 4905–4916 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10904-020-01631-5>
- Zainal, S. F. F. S., Aziz, H. A., Omar, F. M., & Alazaiza, M. Y. D. (2021). Influence of *Jatropha curcas* seeds as a natural flocculant on reducing Tin (IV) tetrachloride in the treatment of concentrated stabilised landfill leachate. *Chemosphere*, 285, 131484. doi:10.1016/j.chemosphere.2021.13

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de categorización

<b>TÍTULO</b>	Análisis de la eficiencia del <i>Jatropha curcas</i> como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023	
<b>PROBLEMA</b>	<b>GENERAL</b>	¿Cuál es la eficiencia del <i>Jatropha curcas</i> como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023?
	<b>ESPECÍFICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuál es la concentración inicial DBO, DQO, nitritos, fosfatos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto?</li> <li>• ¿Cuánto es la dosis óptima del coagulante del <i>Jatropha curcas</i> para remover las concentraciones de DBO, DQO, nitritos, fosfatos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto?</li> <li>• ¿Cuál es la remoción final de la concentración de la DBO, DQO, nitritos, fosfatos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto?</li> </ul>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>GENERAL</b>	Evaluar la eficiencia del <i>Jatropha curcas</i> como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023.
	<b>ESPECÍFICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar la concentración inicial DBO, DQO, nitritos, fosfatos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.</li> <li>• Establecer la dosis óptima del coagulante del <i>Jatropha curcas</i> para remover las concentraciones de DBO, DQO, nitritos, fosfatos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.</li> <li>• Determinar la remoción final de la concentración de la DBO, DQO, nitritos, fosfatos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.</li> </ul>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>Hipótesis general</b>	El coagulante de <i>Jatropha curcas</i> permitirá ser eficiente en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023.
	<b>Hipótesis específicas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La concentración inicial DBO, DQO, nitritos, fosfatos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez permitirá determinar el grado de afectación de la calidad de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.</li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>●Existirá una dosis óptima del coagulante del <i>Jatropha curcas</i> para remover las concentraciones de DBO, DQO, nitritos, fosfatos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.</li> <li>●El coagulante de <i>Jatropha curcas</i> permitirá remover la concentración de la DBO, DQO, nitritos, fosfatos, oxígeno disuelto, aceites y grasa, pH, turbidez de aguas residuales domésticas del distrito de Tarapoto.</li> </ul>					
<b>VARIABLES</b>	<b>INDEPENDIENTE</b> Coagulante de <i>Jatropha curcas</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dosis óptima</li> </ul>	<b>DIMENSIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tratamiento 1 -50</li> <li>● Tratamiento 2 -70</li> <li>● Tratamiento 3 - 90</li> </ul>	<b>INDICADORES</b>	ml/L	U n i d a d e m e d i d a
	<b>DEPENDIENTE</b> Disminución de contaminantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>●Parámetros fisicoquímicos iniciales de las aguas residuales domésticas</li> <li>●Parámetros fisicoquímicos finales de las aguas residuales domésticas</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>● DBO</li> <li>● DQO</li> <li>● Nitritos</li> <li>● Fosfatos</li> <li>● Oxígeno Disuelto</li> <li>● Aceites y grasas</li> <li>● pH</li> <li>● Turbidez</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>mg/L</li> <li>%</li> <li>1-14</li> <li>NTU</li> </ul>	

Anexo 2: Carta de presentación a expertos



Anexo 1: Carta de presentación a expertos

*CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO*

Tarapoto, 07 de junio del 2023

Mg. José Reátegui Vega

Apellidos y nombres del experto

Asunto: **Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarles nuestro cordial saludo e informarle que estamos desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: **“Análisis de la eficiencia del *Jatropha curcas* como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023”**, a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

Por ello, estamos desarrollando un estudio en el cual se incluye instrumentos de recolección de datos, denominado: **“FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS”** por ser una investigación cuantitativa; por lo que, le solicito tenga a bien realizar la validación de este instrumento de investigación, que adjunto, para cubrir con el requisito de “Juicio de expertos”.

- Matriz de consistencia de variables
- Ficha de evaluación
- Instrumentos de recolección de datos

Esperando tener la acogida a esta petición, hago propicia la oportunidad para renovar mi aprecio y especial consideración.

Atentamente,



Cisneros Vásquez, Sulay  
DNI: 70072180



Torres Del Águila, Elizabeth  
DNI: 80358958

Anexo 3: Carta de presentación a expertos



Anexo 2: Carta de presentación a expertos

*CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO*

Tarapoto, 07 de junio del 2023

MSc: Ing. ORDÓÑEZ SÁNCHEZ, LUIS ALBERTO

Apellidos y nombres del experto

Asunto: **Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarles nuestro cordial saludo e informarle que estamos desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: **“Análisis de la eficiencia del *Jatropha curcas* como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023”**, a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

Por ello, estamos desarrollando un estudio en el cual se incluye instrumentos de recolección de datos, denominado: **“FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS”** por ser una investigación cuantitativa; por lo que, le solicito tenga a bien realizar la validación de este instrumento de investigación, que adjunto, para cubrir con el requisito de “Juicio de expertos”.

- Matriz de consistencia de variables
- Ficha de evaluación
- Instrumentos de recolección de datos

Esperando tener la acogida a esta petición, hago propicia la oportunidad para renovar mi aprecio y especial consideración.

Atentamente,



Cisneros Vásquez, Sulay  
DNI: 70072180



Torres Del Águila, Elizabeth  
DNI: 80358958

Anexo 4: Cartas de presentación a expertos



Anexo 3: Carta de presentación a expertos

*CARTA A EXPERTOS PARA EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO*

Tarapoto, 07 de junio del 2023

MSc: Ing. AGUILAR HERRERA, WANHIN ORLANDO

Apellidos y nombres del experto

**Asunto: Evaluación de instrumento**

Sirva la presente para expresarles nuestro cordial saludo e informarle que estamos desarrollando y elaborando nuestra tesis titulada: **“Análisis de la eficiencia del *Jatropha curcas* como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023”**, a fin de optar el grado o título de: Ingeniero Ambiental.

Por ello, estamos desarrollando un estudio en el cual se incluye instrumentos de recolección de datos, denominado: **“FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS”** por ser una investigación cuantitativa; por lo que, le solicito tenga a bien realizar la validación de este instrumento de investigación, que adjunto, para cubrir con el requisito de “Juicio de expertos”.

- Matriz de consistencia de variables
- Ficha de evaluación
- Instrumentos de recolección de datos

Esperando tener la acogida a esta petición, hago propicia la oportunidad para renovar mi aprecio y especial consideración.

Atentamente,



Cisneros Vásquez, Sulay  
DNI: 70072180



Torres Del Águila, Elizabeth  
DNI: 80358958

## Anexo 5: Constancia de aprobación por los expertos



Anexo 4: Constancia de aprobación por los expertos

### CONSTANCIA

#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: **“Análisis de la eficiencia del *Jatropha curcas* como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023”** de las autoras Cisneros Vásquez, Sulay y Torres Del Águila, Elizabeth, estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información de los experimentos y análisis de agua en laboratorio, que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables de la investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Tarapoto, 07 de Junio de 2023

Atentamente:



  
Mg. José Reátegui Vega  
INGENIERO AGRÓNOMO  
CIP. N° 74151

Mg. José Reátegui Vega

## Anexo 6: Constancia de aprobación por los expertos



Anexo 5: Constancia de aprobación por los expertos

### CONSTANCIA

#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: “**Análisis de la eficiencia del *Jatropha curcas* como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023**” de las autoras Cisneros Vásquez, Sulay y Torres Del Águila, Elizabeth, estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Lima.


Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información de los experimentos y análisis de agua en laboratorio, que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables de la investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Tarapoto, 07 de Junio de 2023

Atentamente:



.....  
**Luis Alberto Ordóñez Sánchez**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**  
.....  
**REG. CIP N° 23306**  
.....

MSc: Ing. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto



## Anexo 7: Constancia de aprobación por los expertos



Anexo 6: Constancia de aprobación por los expertos

### CONSTANCIA

#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: **“Análisis de la eficiencia del *Jatropha curcas* como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023”** de las autoras Cisneros Vásquez, Sulay y Torres Del Águila, Elizabeth, estudiantes de la Universidad César Vallejo, filial Lima.

Dichos instrumentos serán aplicados para la investigación tipo aplicada, que realizarán a través de la recolección de información de los experimentos y análisis de agua en laboratorio, que servirán para nutrir los resultados y discusiones de la tesis.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. Por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables de la investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud del interesado(a) para los fines que considere pertinentes.

Tarapoto, 07 de Junio de 2023

Atentamente:

  
.....  
 Wanhin Orlando Aguilar Herrera  
Ing. Químico  
Reg. CIP Nº 21491  
.....

MSc: Ing. Aguilar Herrera, Wanhin Orlando

Anexo 8: Matriz de operacionalización



Anexo 7: Matriz de operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida
<b>VI:</b> Coagulante de <i>Jatropha curcas</i>	<i>Jatropha curcas</i> es una especie vegetal promisoría, que el coagulante es extracto obtenidos de las semillas, ciertamente consideradas amigables con el ambiente y libres de toxicidad (bajo condiciones adecuadas de uso). Sus compuestos bioactivos son proteínas, polisacáridos, taninos y alcaloides para la remediación de aguas residuales industriales o potabilización del agua (Abidin et al. 2019)	Se realizará la producción del coagulante de las semillas de <i>Jatropha curcas</i> , dividido en 4 tratamientos a diferentes dosis de 0, 50, 70 y 90 ml/L que permitirán determinar la disminución de las concentraciones de contaminantes presentes en el agua doméstica.	Dosis optima	T1 -0 T2 -50 T3 -70 T4 - 90	ml/L
<b>VD:</b> Disminución de contaminantes	Es un proceso de reducir la contaminación hídrica siendo uno de los mayores desafíos, incitando a uno de las alternativas naturales en disminuir la carga alta de los contaminantes fisicoquímicos que se encuentran en las aguas residuales domésticas. Además, uno de los mayores problemas que afrontará la humanidad en un futuro próximo será la escasez de agua potable debido al cambio climático y al aumento de los períodos de sequías (Dotto et al. 2018)	La determinación de la reducción de los contaminantes fisicoquímicos en los tratamientos a diferentes dosis del coagulante de semillas de <i>Jatropha curcas</i> , se evidencia mediante el proceso estadístico de análisis de varianza en (ANOVA) y la prueba de medias con Tukey.	Parámetros fisicoquímicos iniciales de las aguas residuales domésticas	• DBO	mg/L
				• DQO	mg/L
				• Nitritos,	mg/L
				• Conductividad eléctrica	µS/cm
				• Oxígeno disuelto	mg/L
				• Aceites y grasas	mg/L
				• pH	1-14
			Parámetros fisicoquímicos finales de las aguas residuales domésticas	• Turbidez	NTU
				• Temperatura	°C
				• DBO	mg/L
				• DQO	mg/L
				• Nitritos,	mg/L
				• Conductividad eléctrica	µS/cm
				• Oxígeno disuelto	mg/L
• Aceites y grasas	mg/L				
• pH	1-14				
• Turbidez	NTU				
• Temperatura	°C				

Mg. José Rodríguez Vega  
 INGENIERO AGRÓNOMO  
 REG. CIP. Nº 74104

Luis Alberto Ordóñez Sánchez  
 INGENIERO AGRÓNOMO  
 REG. CIP. Nº 23306

Martín Orlando Aguilar Herrera  
 Ing. Químico  
 Reg. CIP. Nº 21491



Anexo 9: Matriz de ponderación por los expertos



Anexo 8: Matriz de ponderación por los expertos

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mg. José Reátegui Vega
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Programa Forestas en (INIA)
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Maestro Gestión Publica
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Guía de Observación de Datos
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: Cisneros Vásquez, Sulay  
Torres Del Águila, Elizabeth

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

(1) INACEPTABLE      (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE      (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las											X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

90

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

90

Tarapoto, 07 de junio del 2023

  
  
 Mg. José Reátegui Vega  
 INGENIERO AGRÓNOMO  
 CIP. N° 74101

Firma y sello

Anexo 10: Matriz de ponderación por los expertos



Anexo 9: Matriz de ponderación por los expertos

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** MSc. Ing. Aguilar Herrera, Wanhin Orlando
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente Universidad Nacional de San Martín
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Maestro En Ciencias En Agroecología, Mención Gestión ambiental.
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Guía de observación de datos
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:** Cisneros Vásquez, Sulay, Torres Del Águila, Elizabeth

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

(1) INACEPTABLE      (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE      (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación


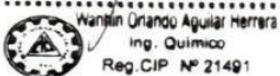
SI

99.5

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

99.5

Tarapoto, 07 de junio del 2023

  
 .....  
 Firma y sello  
 .....  


Anexo 11: Matriz de ponderación por los expertos



Anexo 10: Matriz de ponderación por los expertos

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: MSc. Ing. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad César Vallejo
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Magister Scientiae En Gestión Empresarial/Sistemas Agroforestales
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Guía de Observación de Datos
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: Cisneros Vásquez, Sulay, Torres Del Águila, Elizabeth

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

(1) INACEPTABLE      (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE      (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

99.5

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

99.5

Tarapoto, 07 de junio del 2023

Firma y sello

.....  
**Luis Alberto Ordóñez Sánchez**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**  
**REG. CIP N° 23306**

Anexo 12: Instrumento de recolección de datos de las características fisicoquímicas del agua antes y después del tratamiento



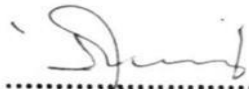





Anexo 11: Instrumentos de recolección de datos de las características fisicoquímicas del agua antes y después del tratamiento.

LUGAR DE ESTUDIO: \_\_\_\_\_ REALIZADO POR: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

TITULO: "Análisis de la eficiencia del <i>Jatropha curcas</i> como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023 "													
Tratamiento	Coordenadas		Altura	Parámetros fisicoquímicos iniciales y finales de las aguas residuales domésticas									Observaciones
	Norte	Este	MSNM	DBO	DQO	Nitratos	CE	OD	AG	pH	Turbidez	T°C	
T1													
T2													
T3													
T4													

  Mg. José Rodríguez Vega INGENIERO AGRÓNOMO CIP. N° 74151	  Wanklin Orlando Aguilar Herrera Ing. Químico Reg.CIP N° 21491	  Luis Alberto Ordóñez Sánchez INGENIERO AGRÓNOMO REG. CIP N° 23306
--	--	--



Anexo 13: Matriz de ponderación por los expertos



Anexo 12: Matriz de ponderación por los expertos

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: Mg. José Reátegui Vega
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Programa Forestas en (INIA)
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Gestión Pública
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Guía de Observación de Datos
- 1.5. Autor (A) de Instrumento: Cisneros Vásquez, Suay  
Torres Del Águila, Elizabeth

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

(1) INACEPTABLE      (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE      (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados. para lograr probar las										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

85

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

85

Tarapoto, 07 de junio del 2023



.....  
Firma y sello


**Mg. José Reátegui Vega**  
 INGENIERO AGRÓNOMO  
 CIP. N° 74151

Anexo 14: Matriz de ponderación por los expertos



Anexo 13: Matriz de ponderación por los expertos

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** MSc. Ing. Aguilar Herrera, Wanhin Orlando
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente Universidad Nacional de San Martín
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Maestro En Ciencias En Agroecología, Mención Gestión ambiental.
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Guía de observación de datos
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:** Cisneros Vásquez, Sulay, Torres Del Águila, Elizabeth

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

(1) INACEPTABLE      (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE      (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

99.5

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

99.5

Tarapoto, 07 de junio del 2023

  
 .....  
 Firma y sello  
 .....  


Anexo 15: Matriz de ponderación por los expertos



Anexo 14: Matriz de ponderación por los expertos

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** MSc. Ing. Ordóñez Sánchez, Luis Alberto
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Docente Universidad César Vallejo
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Magister Scientiae En Gestión Empresarial/Sistemas Agroforestales
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Guía de Observación de Datos
- 1.5. **Autor (A) de Instrumento:** Cisneros Vásquez, Sulay, Torres Del Águila, Elizabeth

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

(1) INACEPTABLE      (2) MÍNIMAMENTE ACEPTABLE      (3) ACEPTABLE

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MÍNIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación													X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													X
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													X
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las													X
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

99.5

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**

99.5

Tarapoto, 07 de junio del 2023

Firma y sello

.....  
**Luis Alberto Ordóñez Sánchez**  
**INGENIERO AGRÓNOMO**  
**REG. CIP N° 23306**

Anexo 16: Instrumentos de recolección de datos de las dosis de coagulante *Jatropha curcas*






**Anexo 15:** Instrumentos de recolección de datos de las dosis del coagulante *Jatropha curcas*

LUGAR DE ESTUDIO: \_\_\_\_\_ REALIZADO POR: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

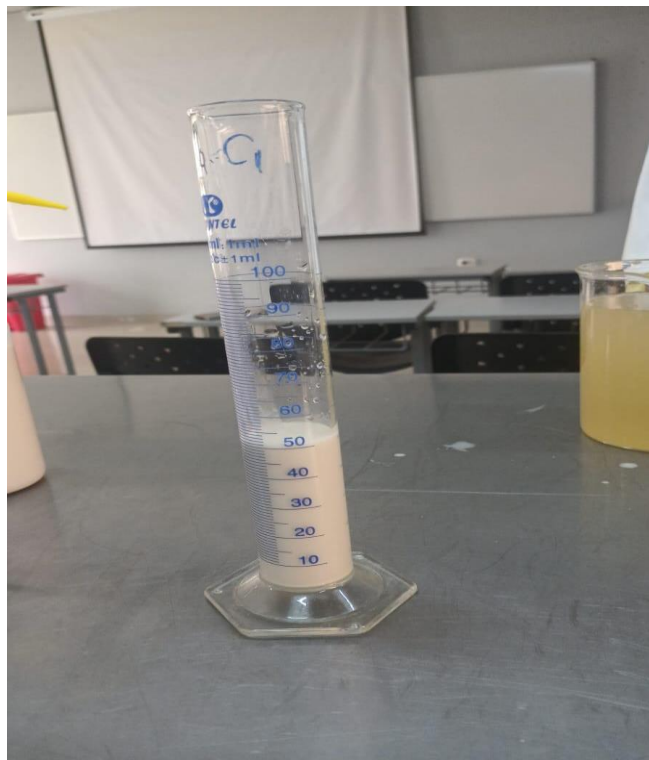
**TITULO:** "Análisis de la eficiencia del *Jatropha curcas* como coagulante en el tratamiento de aguas residuales domésticas, Tarapoto 2023"

Tratamiento	Coordenadas		Altura	Dosis usadas en los tratamientos	Observaciones
	Norte	Este	MSNM	Dosis (ml/L)	
T1					
T2					
T3					
T4					

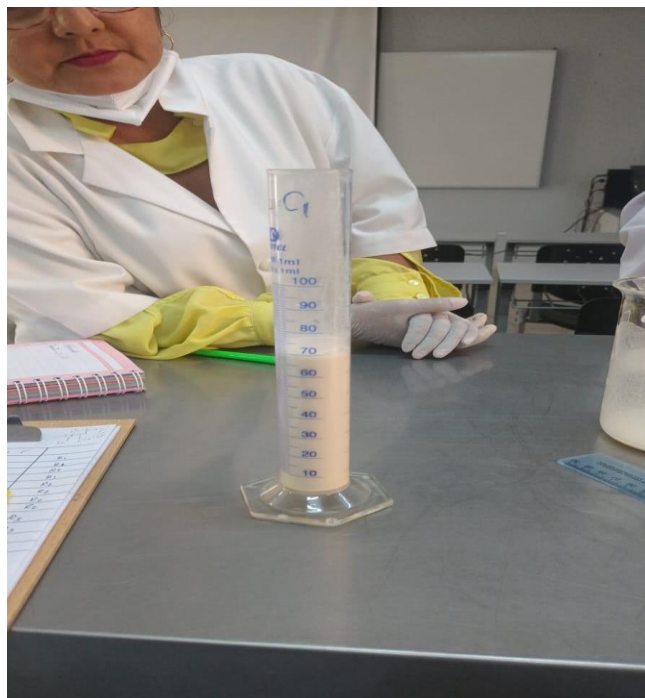
 M <sup>g</sup> . José Rodrigo Vega INGENIERO AGRÓNOMO CIP. N° 74191	 Waelin Orlando Aguilar Herrera Ing. Químico Reg. CIP. N° 21491	 Luis Alberto Ordóñez Sánchez INGENIERO AGRÓNOMO Reg. CIP. N° 23306
---	---	---



Anexo 17: Dosis de coagulante a 50 ml



Anexo 18: Dosis de coagulante 70 ml/L



*Anexo 19: Dosis de coagulante 90 ml/L*



*Anexo 20: Aplicación de coagulante de 50 ml/L*



*Anexo 21: Aplicación de coagulante de 70 ml/L*



*Anexo 22: Aplicación de coagulante de 90 ml/L*



Anexo 23: Sistema de jarras



Anexo 24: Sistema de jarras en reposo





*Anexo 25: Medición de pH, conductividad eléctrica y temperatura*

