



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“Dosis optima del coagulante de semillas de *Tamarindus indica* para mejorar la calidad del agua del Río Reque - Lambayeque”**

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

**Ingeniera Ambiental**

**AUTORA:**

Ramirez Cruz Mariela Brigitt (ORCID: 0000-0001-8211-2759)

**ASESOR:**

Dr. Monteza Arbulú César (ORCID: 0000-000-2052-6707)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

**CHICLAYO – PERÚ**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Esta investigación va dedicada a mis tres madres Andrea, Irma y Olivia Cruz Avellaneda; quienes estuvieron incondicionalmente en todo momento, brindándome apoyo moral y económico y que gracias a ellas logré concluir con satisfacción mi carrera profesional.

### **Dedicatorias**

A mis dos hermanos Royser y Taylor, quienes siempre me impulsaron a seguir esforzándome siendo parte de mi formación académica.

A mi abuelito Víctor Cruz; por ser un gran ejemplo de trabajo, de perseverancia, de compromiso e inteligencia; por motivarme a ser alguien en la vida y ahora desde el cielo me sigue guiando.

Y a todos aquellos que aportaron directa o indirectamente a realizar este trabajo

## **AGRADECIMIENTO**

A **Dios** por ser mi guía y motor, por darme la fuerza y la oportunidad de estudiar esta carrera y alcanzar este logro profesional.

Al Dr. **Cesar Augusto Monteza Arbulu**, por su dedicación y conocimientos brindados para el desarrollo de mi investigación, que serán muy útiles en mi vida profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Al Dr. **José Ponce Ayala**, por su significativo aporte y su apoyo constante en el desarrollo de esta tesis.

A la ingeniera **Kerly Mera Libaque**, por su apoyo y dedicación constante para la realización de los análisis físico-químicos en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo - Chiclayo

# ACTA DE SUSTENTACIÓN

148



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 16.00 horas del día, de acuerdo a lo dispuesto por la Resolución de Dirección de Investigación N° 0869-2019/UCV-CH, de fecha 28 de mayo del 2019, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación del Trabajo de Investigación titulado: "Dosis óptima del coagulante de semillas de *Tamarindus indica* para mejorar la calidad del agua del río Reque - Lambayeque", presentado por el (la) Bachiller:

RAMIREZ CRUZ, MARIELA BRIGITT, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

PRESIDENTE Dr José Elías Ponce Ayala  
SECRETARIO (A) Dra Bertha Magdalena Gallo Gallo  
VOCAL Dr Cesar Augusto Monteza Arbulú

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

*Aprobado por unanimidad*

Siendo las 16.50 horas del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad

Chiclayo, 31 de mayo del 2019

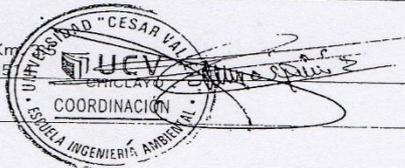
*[Signature]*  
José Elías Ponce Ayala  
Presidente

*[Signature]*  
Bertha Magdalena Gallo Gallo  
Secretario

*[Signature]*  
Cesar Augusto Monteza Arbulú  
Vocal



CAMPUS CHICLAYO  
Innovation  
Carretera Chiclayo Pimentel Km  
que transforma Anexo: 65



fb/ucv\_peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante



ucv.edu.pe

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo **Mariela Brigitt Ramírez Cruz**, estudiante del décimo ciclo de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo – Chiclayo, identificada con DNI: 60647745, con la tesis titulada “**DOSIS OPTIMA DEL COAGULANTE DE SEMILLAS DE *Tamarindus indica* PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO REQUE - LAMBAYEQUE**” declaro bajo juramento:

1. La tesis es de mi autoría.
2. He presentado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los datos, que se presenten en la tesis se constituirá en aportes a la realidad investigada.



---

**MARIELA BRIGITT RAMIREZ CRUZ**

**DNI: 60647745**

Pimentel - Chiclayo 2018

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ACTA DE SUSTENTACIÓN .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
ÍNDICE .....	vi
RESÚMEN .....	xii
ABSTRACT.....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1. Problema de la Investigación.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.1. Internacional .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2. Nacional.....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.3. Local .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2. Trabajos Previos .....</b>	<b>16</b>
<b>1.2.1. Internacional .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3. Teorías relacionadas al tema .....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.1. Coagulación.....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.2. Prueba de jarras.....</b>	<b>20</b>
<b>1.3.2.1. Condiciones de la Prueba de Jarra:.....</b>	<b>21</b>
<b>a. Mezcla Rápida .....</b>	<b>21</b>
<b>b. Mezcla Lenta.....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.3. Semillas de <i>Tamarindus indica</i> .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.3.1. Morfología Vegetativa: .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.3.2. Composición Química: .....</b>	<b>22</b>
<b>1.3.3.3. Producción del Tamarindo: .....</b>	<b>22</b>
<b>1.3.3.4. Propiedades y usos: .....</b>	<b>22</b>
<b>1.3.3.5. Coagulante natural del agua .....</b>	<b>22</b>
<b>1.3.3.6. Procedimiento.....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.4. Calidad de agua.....</b>	<b>25</b>
<b>1.4. Formulación del problema .....</b>	<b>28</b>
<b>1.5. Justificación del estudio.....</b>	<b>28</b>
<b>1.6. Hipótesis.....</b>	<b>29</b>
<b>1.7. Objetivos .....</b>	<b>29</b>
<b>1.7.1. Objetivo General:.....</b>	<b>29</b>

1.7.2. Objetivo Específicos .....	29
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>30</b>
<b>2.1. Diseño de Investigación .....</b>	<b>30</b>
2.2. Variables, Operacionalización.....	30
2.2.1. Variables .....	30
A. Variable independiente .....	30
B. Variable dependiente.....	30
2.3. Población, muestra y muestreo.....	33
2.3.1. Población .....	33
2.3.2. Muestra .....	33
2.3.3. Muestreo.....	33
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	33
2.5. Análisis en laboratorio.....	34
2.6. Método Estadístico: .....	36
2.6.1.1. Técnicas de procesamiento de datos .....	36
2.7. Aspectos Éticos .....	36
<b>III. RESULTADOS.....</b>	<b>37</b>
<b>3.1. Características de la zona de aplicación.....</b>	<b>37</b>
3.1.1. Área de Estudio.....	37
3.1.2. Ubicación .....	37
<b>IV. DISCUSIÓN.....</b>	<b>45</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>47</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>48</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>49</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>55</b>
<b>ANEXO 01: Matriz de Consistencia.....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXO 02: Elaboración del Coagulante .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO 03: Equipos Usados .....</b>	<b>60</b>
<b>ANEXO 04: Río Reque .....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO 05: Muestras de Agua del Río Reque.....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO 06: Análisis en Laboratorio.....</b>	<b>67</b>
<b>ANEXO 07: Desarrollo de cada Parámetro .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXO 08: Mediciones de pH.....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO 09: Estándares de Calidad Ambiental del agua para el consumo humano.....</b>	<b>79</b>

<b>ANEXO 10: Hojas de Resultados .....</b>	<b>81</b>
<b>ACTA DE ORIGINALIDAD DE TESIS .....</b>	<b>84</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS .....</b>	<b>85</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>86</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N°: 1 Composición de Ácidos Glutámicos.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura N°: 2 Composición de Ácidos Aspárticos.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura N°: 3 Vía de Aplicación.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura N°: 4 Procedimiento de la Elaboración del Coagulante .....</i>	<i>59</i>
<i>Figura N°: 5 Turbidímetro.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura N°: 6 Reactor DQO.....</i>	<i>61</i>
<i>Figura N°: 7 pHmetro .....</i>	<i>62</i>
<i>Figura N°: 8 Río Reque – Lambayeque .....</i>	<i>64</i>
<i>Figura N°: 9 Recolección de muestras de aguas .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura N°: 10 Muestras de agua del Río Reque – Lambayeque .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura N°:11 Diferentes Dosis para cada muestra de agua.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura N°: 12 Prueba de jarras.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura N°: 13 Viales con tapa rosca para determinar DQO .....</i>	<i>69</i>
<i>Figura N°: 14 Decantación de solidos de las muestras después de la prueba de jarras .....</i>	<i>69</i>
<i>Figura N°: 15 Escala de pH .....</i>	<i>78</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N<sup>o</sup> 1:</b> Operacionalización de cada Variable.....	31
<b>Tabla N<sup>o</sup> 2:</b> continuación del cuadro operacionalización de variables .....	32
<b>Tabla N<sup>o</sup> 3:</b> Técnicas de Campo.....	33
<b>Tabla N<sup>o</sup> 4:</b> Métodos utilizados en Laboratorio .....	34
<b>Tabla N<sup>o</sup> 5 :</b> Método de Prueba de Jarras.....	35
<b>Tabla N<sup>o</sup> 6:</b> Valores de la muestra control.....	38
<b>Tabla N<sup>o</sup> 7:</b> Análisis químico del agua del Río Reque - Lambayeque después del tratamiento (pH) .....	39
<b>Tabla N<sup>o</sup> 8:</b> Análisis físico del agua del Río Reque - Lambayeque después del tratamiento. (C.E) .....	40
<b>Tabla N<sup>o</sup> 9:</b> Análisis físico del agua del Río Reque - Lambayeque después del tratamiento. (Turbidez).....	41
<b>Tabla N<sup>o</sup> 10:</b> Análisis químico del agua del Río Reque - Lambayeque después del tratamiento. (DQO) .....	42
<b>Tabla N<sup>o</sup> 11:</b> Análisis químico del agua del Río Reque - Lambayeque después del tratamiento.(DBO).....	43
<b>Tabla N<sup>o</sup> 12:</b> Matriz de Consistencia .....	57
<b>Tabla N<sup>o</sup> 13:</b> Análisis de Oxígeno Disuelto (OD) de cada una de las muestras de agua del Río Reque - Lambayeque.....	73
<b>Tabla N<sup>o</sup> 14:</b> Datos de la Turbidez de cada uno de las muestras de agua del Río Reque – Lambayeque para sacar su remoción en cada dosis. ....	75
<b>Tabla N<sup>o</sup> 15:</b> Escala de pH y su ejemplo representativo para cada valor .....	78
<b>Tabla N<sup>o</sup> 16:</b> ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO.....	80

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

<b>Gráfico N° 1:</b> Análisis químico del agua después del tratamiento. _____	39
<b>Gráfico N° 2:</b> Análisis físico del agua después del tratamiento. _____	40
<b>Gráfico N° 3:</b> Análisis físico del agua después del tratamiento. _____	41
<b>Gráfico N° 4:</b> Análisis químico del agua después del tratamiento. _____	42
<b>Gráfica N° 5:</b> Análisis químico del agua después del tratamiento. _____	43
<b>Gráfico N° 6:</b> Comparación del agua después del tratamiento con los ECA. _____	44

## RESÚMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad analizar y mejorar la calidad del agua del Río Reque – Lambayeque, con un coagulante natural que en la actualidad es un residuo. Se evaluó la eficiencia del coagulante de semillas de *Tamarindus indica*; para una alternativa más económica, que no afecte al medio ambiente y a la salud de las personas.

El diseño metodológico que se utilizó es experimental – cuasi experimental, con un muestreo no probabilístico y muestra por conveniencia; con una población infinita, conformada por el agua del Río Reque – Lambayeque y con toma de cinco muestras de agua de un solo punto de 800 ml cada muestra, las cuales fueron trasladadas al laboratorio de Biotecnología de la Universidad Cesar Vallejo – Chiclayo; se utilizó el método de prueba de jarras en cuatro muestras donde se aplicó dosis de *Tamarindus indica* de 40 mg, 55mg, 60mg y 70mg para analizar los parámetros físicos y químicos a todas las muestras y observar cual fue la más eficiente. El estudio se desarrolló con el objetivo de determinar la dosis óptima del coagulante de semillas de *Tamarindus indica* para mejorar la calidad del agua del Río Reque – Lambayeque

Como resultados se obtuvieron en el parámetro de Turbidez la dosis más eficiente fue la N° 3 con 60 mg reduciendo a un valor de 18 unidades nefelométrías de turbidez (NTU) con un porcentaje de remoción de 89.4%, en el parámetro de pH su valor varía entre 7,95 y 8,42, en la Conductividad Eléctrica (C.E) sus valores no variaron a gran diferencia de la prueba control con valores entre 0,787 mS/cm y 0,801 mS/cm, en la Demanda Química de Oxígeno (DQO) se observó en la dosis N° 4 con 70 mg una reducción significativa con un valor inicial de 273 mg/L a 86 mg/L y en la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) la dosis con mejor eficiencia fue la N° 4 con 70mg reduciendo a 44.8 mg/L.

Con esta investigación se comprobó que el coagulante natural de semillas de *Tamarindus indica* es capaz de remover un porcentaje significativo de turbidez, DQO y DBO para rangos hasta de 200 NTU.

**Palabras claves:** Coagulante, Remoción, Dosis, Prueba de jarras

## ABSTRACT

The purpose of this research is to analyze and improve the water quality of Reque River – In Lambayeque, with a natural coagulant that is currently a waste. The efficiency of the seed coagulant of *Tamarindus indica* was evaluated; for a cheaper alternative, that does not affect the environment or the health of people.

The methodological design that is carried out is experimental, quasi-experimental, with a non-probabilistic sampling and sample for convenience; with an infinite population, formed by the water of the Reque River - in Lambayeque, and with the samples of water of a single point of 800 ml each sample, were transferred to the Biotechnology laboratory of Cesar Vallejo University - Chiclayo. The Jugs test method was used in four samples in which a dose of 40 mg, 55 mg, 60 mg and 70 mg of *Tamarindus indica* was applied to analyze the physical and chemical parameters of all the samples and observe which was the most efficient. The study was developed with the objective of determining the optimal dose of *Tamarindus indica* seed coagulant to improve the water quality of the Reque River – Lambayeque.

As a results were obtained in the Turbidity parameter, the most efficient dose was No. 3 with 60 mg, reducing a value of 18 nephelometric turbidity units (NTU) with a removal percentage of 89.4%, in the pH parameter its value varies between 7.95 and 8.42, in the Electrical Conductivity (C.E) Their values did not vary greatly from the control test with values between 0.787 ms/CM and 0.801 ms/CM, in the chemical oxygen demand (DQO) was observed in dose N ° 4 with 70 mg a significant reduction with an initial value of 273 mg/L at 86 mg/L and in The biological oxygen demand (DBO) the best-efficiency dose was N ° 4 with 70mg reducing to 44.8 mg/L.

In This research, it was proved that the natural coagulant of seeds of *Tamarindus indica* is able to remove a significant percentage of turbidity, DQO and DBO for ranges up to 200 NTU.

**Keywords:** Coagulant, Removal, Dose, Jugte

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Problema de la Investigación**

La calidad del agua es uno de los más importantes retos que afrontan las sociedades hoy en día, puesto que es una amenaza para la salud humana, esto limita la producción de comestibles, disminuye las funcionalidades de los ecosistemas y obstaculiza el desarrollo económico. La degradación de la calidad del agua se traduce de manera directa en problemas medioambientales, sociales y económicos. La disponibilidad de los pocos elementos hídricos de todo el mundo cada vez más limitada debido al incremento de la contaminación de los elementos de agua dulce causado por el vertido de enormes proporciones de aguas residuales insuficientemente tratadas o sin ningún tratamiento a ríos, lagos, acuíferos y aguas costeras . **(UNESCO. 2015)**

#### **1.1.1. Internacional**

En el planeta tierra 2.000 millones de seres humanos dependen de aguas subterráneas más cercanas a la superficie) y en el Perú 7,4 millones de personas todavía no cuentan con agua potable en sus hogares, por lo que les conlleva a consumir aguas cercanas a ellos (Ríos, lagos, etc.). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) en los países con menos acceso a servicios mejorados de agua y saneamiento, la expectativa de vida de su población es de 7 años menor en comparación con aquellos cuya población tiene mayor acceso a este servicio .

#### **1.1.2. Nacional**

El agua utilizable en el Perú es subjetivamente abundante, pero con respecto a su calidad es crítica en varias zonas del país. Este deterioro de la calidad del agua es uno de los inconvenientes más graves que sufre el país. La causa principal de la deficiente calidad del agua es la carencia de tratamientos de las aguas residuales domésticas, que son desechadas a fuentes naturales de agua. **(PLAN NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS. 2010)**

### **1.1.3. Local**

El Río Reque en la parte baja de la cuenca, está afectada directamente por vertimientos de aguas residuales domesticas sin un tratamiento previo por parte de las autoridades municipales, además de los residuos fecales de aves de la región y aplicación de fertilizantes en los cultivos. Es requisito importante reducir los contaminantes presentes en esas aguas, puesto que perjudica la degradación de la calidad del agua y esta se transforma de manera directa en inconvenientes medioambientales, sociales y económicos.

Dichas aguas se ven en la necesidad de darle un tratamiento para mejorar su calidad; es por ello que se ha visto conveniente de realizar un tratamiento natural como el coagulante de semillas de *Tamarindus indica* para minimizar contaminantes.

## **1.2.Trabajos Previos**

### **1.2.1. Internacional**

Según el estudio publicado por **GUARDADO, et. al, 2017** en el Salvador; el más grande inconveniente de los ríos es el prominente nivel de contaminación derivada de las descargas de aguas residuales sin tratamiento.

Para la ejecución del muestreo del agua residual se llevó a cabo en un solo sitio, de las cuales se extrajeron muestras sencillas conseguidas de una pileta que está justo a la salida de las tuberías de descargas, donde drenan todas las aguas residuales.

De acuerdo con los resultados en la prueba 1 se logra una remoción máxima del 38.35 %, con turbidez inicial de 352 NTU utilizando una dosis de 4 ml. Por lo cual se toma la decisión de realizar 3 pruebas más, aumentando la dosis gradualmente a 8 ml, 12 ml, y 16 ml de floculante. Los resultados en la prueba 2 se logra una remoción máxima del 37.07%, con turbidez inicial de 352 NTU, utilizando una dosis de 8 ml; con un pH inicial de 5 y cambio a un pH de 5.1. Para la prueba 3 se logra una remoción máxima de 35.08%, con turbidez inicial de 352 NTU, utilizando una dosis de 12 ml.

Al observar la tendencia de los resultados, fue notorio que a mayor dosis de coagulante agregado la turbidez disminuye. Por lo que se procede a realizar pruebas con una dosis menor (4 ml de floculante). En la siguiente prueba se logró remover el 46.82%, con turbidez inicial de 376.2 NTU, utilizando una dosis de 1.4 ml.

En el diseño de experimentos para el floculante a partir de semilla de tamarindo se comprobó que tanto la interacción de la dosis, el pH y el tiempo de agitación tienen un efecto significativo en la disminución de turbidez de aguas residuales provenientes de una lavandería industrial.

**BUENAÑO. 2017** en su estudio realizado en Quito, se ha visto conveniente buscar alternativas de la mano con la problemática de la generación de residuos sólidos alimenticios para la mejora del agua.

En dicho trabajo se evaluó las características coagulantes de tres polímeros naturales: almidón de cascara de plátano verde, pectina de cascara de naranja y extracto de semilla de tamarindo, en la potabilización del agua cruda con turbiedad de 5,32 NTU.

La muestra del agua cruda se obtuvo de una Planta de Potabilización, con un total de 5 muestreos por mes; primero pasó por un tratamiento primario donde se retiraron los sólidos grandes.

Los rendimientos de la extracción del almidón y la pectina fueron bajos: 1,47% y 3,44%, respectivamente; mientras, el rendimiento para la obtención del polvo de semilla de tamarindo fue medio de 43%.

La calidad del color de polímero obtenido fue óptima para el almidón y el extracto de tamarindo puesto que presentaban un color blanco, a diferencia de la pectina que tenía un color marrón.

Según **ALVAREZ. 2016** en su estudio realizado en Guatemala, algunos reportes relacionan la existencia de aluminio en el agua potable con numerosas patologías, por lo cual hay un interés global por investigar coagulantes sustitutos de los recientes que sean más seguros para el hombre. Gran cantidad de estudios epidemiológicos han reportado un incremento incidente de Alzheimer en comunidades donde el agua potable es alta en aluminio (**Terán y Valdés 2011**).

El agua por utilizar en esta investigación se tomó de un grifo, a la cual se le agregaron diferentes dosis de arcilla, para obtener los valores de turbiedad y color deseados. Para ello se hizo una serie de pruebas de manera aleatoria con diferentes pesos de arcilla, en un recipiente con seis litros de agua de grifo.

Para el rango de turbiedades de 100 – 200 se obtuvo un promedio de 69.1% de remoción de turbiedad después del proceso de coagulación – floculación, donde el mejor resultado se

alcanzó al reducir la turbiedad de 138 NTU a 7.9 NTU, con un porcentaje de remoción de 94.3%. Luego de la filtración se obtuvo un porcentaje promedio de remoción de 98.6

Para los rangos de 301-400, el porcentaje de remoción fue del 67% después del proceso de coagulación, en donde se alcanzó hasta un 74.6% de remoción. La turbiedad se redujo luego del proceso de coagulación floculación en más del 70% para valores donde la inicial fue de 302, 317 y 385 NTU. Después del filtrado se obtuvo un promedio de 99.4% de remoción de turbiedad para los valores más altos de turbiedad de este rango.

El porcentaje promedio de remoción de turbiedad global fue de 67.8% después del proceso de coagulación y del 99.5% después del filtrado.

Al evaluar la capacidad de la semilla de tamarindo (*Tamarindus indica*) como coagulante orgánico, esta presentó una eficiente remoción de turbiedad y color, con resultados promedio de eficiencia en la remoción de turbiedad del 99.3%, y del 98.6% de color.

**HERNANDEZ, et. al, 2013** en Venezuela, en su estudio define que en la actualidad, se usa como coagulante el sulfato de aluminio  $Al_2(SO_4)_3$ ; el cual se demostró que este puede ser nocivo para la salud al ser ingeridos en grandes cantidades. Por este motivo es necesario considerar la eficacia de productos naturales como coagulantes que permitan la suplencia total o parcial de dicho coagulante químico.

Los ensayos se han realizado a escala de laboratorio, usando agua que llega del grifo como agua de dilución para la elaboración de las muestras con rangos de turbidez de 100, 200, 300 y 350 UNT, se emplearon numerosas dosis de *Tamarindus indica* de 40 mg, 55 mg, 60mg y 70 mg. Se demostró la eficacia del coagulante; obteniendo porcentajes de remoción para turbidez luego del tratamiento entre 72,45% y 89,09% para las dosis optimas, antes de un filtrado; y entre 98,78% y 99,71% luego del desarrollo de filtración.

Los resultados probaron que el *Tamarindus indica* puede ser una opción entre los coagulantes naturales para potabilizar el agua con rangos altos de turbiedad, ya que los porcentajes de remoción de turbidez oscilaron entre 72,45% y 89,09% antes del desarrollo de filtración y después de ser filtradas las mismas, entre 98,78% y 99,71%.

Por otro lado **GUARDIAN, et. al, 2010** en Costa Rica, definen que las autoridades de todo tipo cada día están más empeñadas en lograr un sólido desempeño ambiental mediante el monitoreo de los impactos de sus actividades; la eliminación de sólidos disueltos y suspendidos, es uno de los objetivos del tratamiento primario de aguas residuales.

En dicho estudio, se compara el rendimiento de dos coagulantes, sulfato de aluminio y cloruro de hierro con extracto de cáscara de semilla de tamarindo (*Tamarindus indica*), en dos tipos de aguas residuales; uno con alta turbidez que proviene de una industria textil, y otro con baja nubosidad, de tipo sanitario o doméstico. Los parámetros de caracterización fueron; pH, Turbidez, sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos suspendidos, sólidos sedimentales, DQO y alcalinidad. En agua residual de una industria textil, la remoción promedio de turbidez con uso de sulfato de aluminio fue bastante alta, de un 93,1% y la de DQO de un 45,8%. Aunque la dosis determinada experimentalmente es elevada con una dosis de 962 ppm. La dosis promedio de semilla de tamarindo fue de 3500 a 500 ppm; la remoción promedio de turbidez fue muy baja (18,9%), al igual que la DQO (36,7%; 8%), luego de una posterior filtración del material en suspensión logró disminuir notablemente la turbidez y DQO. En aguas residuales domésticas; la dosis de sulfato de aluminio en estas aguas fue de 480 a 299 ppm a pH 6.5, lográndose una remoción de turbidez de 59,1%. La dosis promedio de semilla de tamarindo fue de 4667 a 1155 ppm a pH 5.56, lográndose porcentajes de disminución de 22% y 43% para turbidez y DQO.

Aun cuando la semilla de tamarindo no presenta porcentajes de remoción de turbidez tan altos como los de las sustancias convencionales, logra remover la turbidez y el DQO a valores tales que se ubican dentro de los límites establecidos en el Reglamento de Vertido y reúso de Aguas residuales.

La semilla de tamarindo no mostró buen desempeño para remover turbidez; no obstante, en lo que se refiere a la disminución de DQO, podría reemplazar a los coagulantes químicos, pues se observó una remoción ligeramente menor que la lograda por el sulfato de aluminio.

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

#### **1.3.1. Coagulación**

“La coagulación es la desestabilización de suspensiones de las partículas por medio de la neutralización de cargas superficiales por la adición de coagulantes ya que es un compuesto químico que va ayudar que las partículas se estabilicen la suspensión coloidal y es ahí donde se va a formar el floculo, facilita que las partículas se asocien y ganen peso, y de esta forma estas puedan ser sedimentadas, para lograr se tiene la posibilidad de usar sustancias químicas. (GÓMEZ, 2005)

La coagulación es el tratamiento más eficiente pero además es el que representa un gasto alto cuando no se realiza de manera correcta. Es además el procedimiento universal porque descarta cantidad considerable de sustancias de distintas naturalezas y de peso de materia que son desechadas al menor valor, frente a otros procedimientos. (CÁRDENAS 2000).

#### **1.3.2. Prueba de jarras**

“La prueba de jarras es la capacidad más utilizada para saber la dosis precisa de los químicos y los distintos parámetros, en la cual se hacen los procesos de floculación, coagulación y sedimentación, por la cual estos procesos influyen elementos químicos como hidráulicos, entre ellos se tiene el pH, T°, nivel de agitación.” (ACOSTA, 2006).

El pH es uno de los parámetros químicos que desempeña un rol muy importante en el proceso de la coagulación y floculación, ya que cierta parte de las partículas coloidales que hayan absorbido iones OH-, El pH para sales de hierro debe alcanzar el mínimo de solubilidad a pH>5. (RIVERA, 2005).

### **1.3.2.1. Condiciones de la Prueba de Jarra:**

#### **a. Mezcla Rápida**

Crea turbulencia suficiente en el líquido que tiene dentro de la jarra para que entre en contacto con los reactivos químicos y las partículas coloidales del agua, de esta forma se aglomeran en menos tiempo.

Los rpm y tiempo que se usan en la mezcla rápida es de 1 a 3 min por 30 o 1000 rpm y 15 a 60 segundos entre 40 a 60 rpm en la situación que no tenga mezcla definida. (ACOSTA, 2006).

#### **b. Mezcla Lenta**

En este proceso de mezcla no debe permanecer más de 20 min, dado que corre el peligro de dañar los floc, la mezcla esta entre los 3 a 20 minutos con 20 y 40 rpm. Y la sedimentación son unos 30 minutos. (ACOSTA, 2006)

### **1.3.3. Semillas de *Tamarindus indica***

(GUARDADO y HERNANDEZ. 2017). “*Tamarindus Indica* es un árbol de gran tamaño, posee larga vida y casi siempre se mantiene verde, originario de los trópicos del antiguo mundo. Conocido popularmente como tamarindo, este árbol se ha plantado y naturalizado extensamente en las zonas tropicales y subtropicales, agregando la zona del caribe, América Central y el norte de la América del Sur”

El tamarindo forma parte de las familias Leguminosas (*Leguminosae*) que es la tercera familia más importante de plantas, luego de las compuestas (*Asteracea*) y las orquídeas (*Orchidaceae*).

#### **1.3.3.1. Morfología Vegetativa:**

El tamarindo es un árbol de extendida vida, grande, el cual casi siempre está verde, de 20 – 30m de alto con un tronco abultado de hasta 1.5 – 2 m de diámetro. Comúnmente es de tronco múltiple con ramas muy largas, inclinadas en los extremos y muchas veces torcidas.

### **1.3.3.2. Composición Química:**

La composición química de dicha semilla de tamarindo está compuesta, en su mayoría, por:

- Carbohidratos (57.1%)
- Proteína (13%)
- Agua (11.3%)

Las proteínas a su vez se componen sobre todo de ácido glutámico y aspártico, glicina y leucina.

### **1.3.3.3. Producción del Tamarindo:**

Se cree que la primera referencia del tamarindo es en Acapulco (México) en 1615, lo que se recomienda que probablemente haya llegado de Asia por medio del Pacífico de México. El tamarindo además está creciendo en las islas del Caribe, agregando Jamaica, y Republica Dominicana, es habitual durante los caminos de las viviendas encontrar dicho árbol. Actualmente en Perú el tamarindo es una planta que abunda en la costa norte del Perú, crece en climas cálidos en zonas que tienen extensas temporadas secas.

### **1.3.3.4. Propiedades y usos:**

A la planta de *Tamarindus indica* se le atribuyen propiedades medicinales, alimenticias, comerciales y la propiedad vista es de coagulante natural del agua.

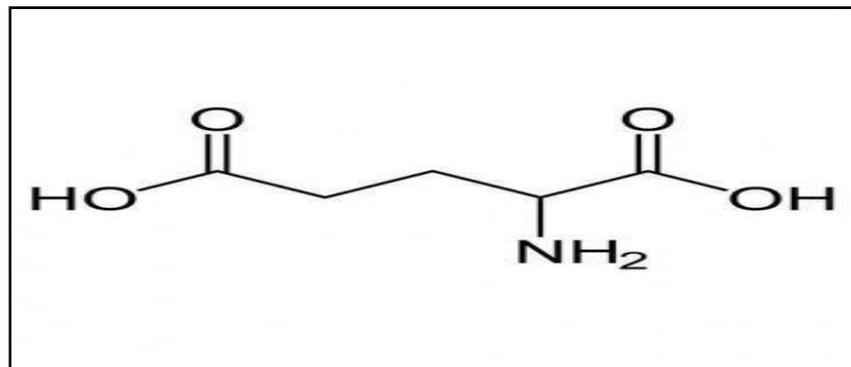
Entre las propiedades y usos estudiados de esta planta se describe los siguientes:

### **1.3.3.5. Coagulante natural del agua**

El árbol de tamarindo (*Tamarindus indica*) es una planta, la cual brinda una enorme gama de usos; entre ellos, la extracción de coagulantes naturales, para ser utilizado en el tratamiento de aguas residuales, produciendo lodos con menos carga contaminante, que la que se crea en sistemas de tratamientos con el uso de químicos.

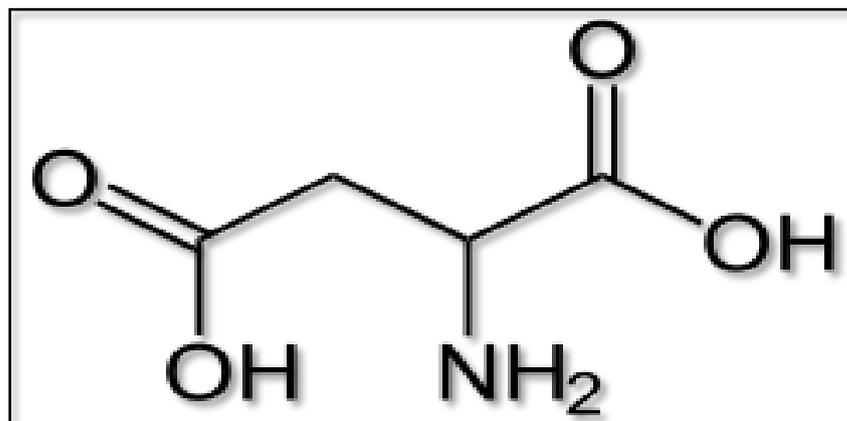
Las semillas de *Tamarindus indica* se pueden emplear en los procesos de tratamiento de agua, por lo que contienen gran concentración de ácidos glutámicos y ácidos aspárticos; éstas presentan sustancias que poseen grupos con cargas formales negativas y positivas que ayudan a desestabilizar y coagular un agua residual.

a. **Ácidos Glutámicos:**



*Figura N°: 1 Composición de Ácidos Glutámicos*

b. **Ácidos Aspárticos:**



*Figura N°: 2 Composición de Ácidos Aspárticos*

### **1.3.3.6. Procedimiento**

1. Se separa las semillas de tamarindo de la pulpa y la cáscara.
2. Las semillas son sometidas a hidratación por aproximadamente 20 días.
3. Pasado los 20 días se colocan en un recipiente con agua hirviendo por unos 40 minutos, con el fin de retirar totalmente la membrana que cubre la semilla.
4. Los cotiledones fueron secados en horno aproximadamente 8 horas a una temperatura de 65°C.
5. Se trituran los cotiledones con la ayuda de un procesador, hasta obtener un polvo blanquecino.
6. Para reducir el tamaño de las partículas del tamarindo se molieron en una licuadora.
7. Una vez en el laboratorio se pesan las dosis necesarias del polvo obtenido para aplicar directamente al agua a tratar. (Ver Figura N° 4)

#### **1.3.4. Calidad de agua**

Según (ORELLANA, J, 2005) En la mayoría de los casos la calidad se evalúa como el nivel en el cual se ajusta a los estándares físico, químicos y biológicos fijados por normas nacionales e internacionales. Es considerable comprender los requisitos de la calidad para cada uso a fin de saber si se necesita algún tipo de tratamiento y que procesos se tienen que seguir la lograr la calidad deseada. Los estándares de calidad además se utilizan para controlar los procesos de tratamiento y evaluarlos de ser necesario. El agua se evaluará en relación a su calidad ensayando sus características físicas y químicas. Es requisito que los ensayos que determinan estos parámetros de calidad deban tener aceptación universal a fin de que sean probables las comparaciones con los estándares de calidad. Entre sus dimensiones están los parámetros físicos, químicos, y cada uno con sus respectivos indicadores de calidad de agua.

##### **Parámetros físicos**

- Color
- Turbiedad
- Temperatura
- Residuos totales

##### **Parámetros químicos**

- pH
- Dureza total

Según (OMS, 2006) El agua es fundamental para vivir y todos tienen que tener un suministro satisfactorio. La optimización del acceso puede proveer beneficios tangibles para la salud.

Según la OMS la calidad de agua se mide con las siguientes dimensiones e indicadores:

#### **Parámetros físicos**

- Color
- Turbiedad: 5 UNT
- Conductividad: 1500  $\mu\text{mho/cm}$
- Sólidos totales disueltos: 1000 mg/L

#### **Parámetros químicos**

- pH: 6,5 a 8,5
- Dureza total: 500 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$

Según (WRIGTMAN, S, 2008). El agua para consumo humano tiene ciertos contaminantes que son aceptados internacionalmente como componentes de la definición, pero mucha gente por otros lados del mundo bebe agua que no es potable regularmente por falta de otras opciones. Según Wrigtman la calidad de agua es medida por las siguientes dimensiones e indicadores:

**Parámetros físicos:**

- olor
- Turbiedad
- Sólidos suspendidos
- Sólidos totales
- Conductividad eléctrica
- Temperatura

**Parámetros químicos**

- Dureza
- pH

Según (PAYERAS, A, 2011) Se deben hacer mediciones de los parámetros y profundizar los más importantes para evaluar la calidad de un agua. Consta de dos dimensiones, parámetros físicos, químicos, con sus respectivos indicadores.

**Parámetros Físicos**

- Turbidez
- Conductividad eléctrica
- Solidos Disueltos
- Sólidos en Suspensión

**Parámetros químicos**

- pH
- Dureza

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

¿Cuál será la mejor dosis del coagulante de semillas de *Tamarindus indica* para mejorar la calidad del agua del Río Reque – Lambayeque?

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

El presente trabajo de investigación se centra en el estudio de coagulantes naturales, específicamente en la semilla de Tamarindo para mejorar la calidad del agua, como una alternativa más amigable con el medio ambiente.

Debido a la rápida expansión industrial y al crecimiento de la población urbana, el lanzamiento de efluentes domésticos e industriales sin tratamiento o con tratamiento inadecuado en los cursos de agua constituye uno de los mayores problemas relacionados con la contaminación de las aguas. **(REGINA. et, al. 2018)**

Grandes descargas de aguas domésticas no tratadas van directamente al Río Reque – Lambayeque; por la cual se está generando grandes contaminaciones a las aguas del Río, como a las personas cercanas; la cual utilizan el agua para sus actividades diarias (bañarse, lavar, beber), agricultores que habitan cerca a dicho río; utilizan estas aguas para regar sus cultivos. Debido a ello el agua debe tener un tratamiento para reducir sus contaminaciones y a la vez sus efectos en la salud de los pobladores, siendo una de las mejores alternativas la aplicación de un tratamiento natural como la utilización de la semilla de *Tamarindus indica*, por su alta remoción de sólidos, turbidez y materia orgánica, consiguiendo un aprovechamiento sostenible del recurso y mejorando la calidad de vida de los pobladores cercanos.

## 1.6. Hipótesis

Una de las dosis del coagulante de semillas de *Tamarindus indica* será más eficiente en mejorar la calidad del agua del Río Reque – Lambayeque.

## 1.7. Objetivos

### 1.7.1. Objetivo General:

Determinar la dosis óptima del coagulante de semillas de *Tamarindus indica* para mejorar la calidad del agua Rio Reque – Lambayeque.

### 1.7.2. Objetivo Específicos

- **Extraer** el coagulante natural de semillas de *Tamarindus indica* para mejorar la calidad del agua del Rio Reque – Lambayeque.
- **Medir** la calidad del agua del Rio Reque – Lambayeque mediante análisis fisicoquímicos.
- **Tratar** el agua del Rio Reque – Lambayeque con la aplicación de 4 dosis diferentes con el coagulante de semillas *de Tamarindus indica*.
- **Evaluar** cuál de las cuatro dosis del coagulante es más eficiente en comparación con la muestra testigo en la recuperación de la calidad del agua del Rio Reque – Lambayeque.
- **Evaluar** si la calidad del agua después de aplicar las dosis del coagulante de semillas de *Tamarindus indica* cumple con los estándares de calidad ambiental para el consumo humano

## **II. MÉTODO**

### **2.1. Diseño de Investigación**

En la investigación, se desarrollará en base a un diseño tipo Experimental – Cuasi experimental.

### **2.2. Variables, Operacionalizacion**

#### **2.2.1. Variables**

##### **A. Variable independiente**

Dosis del coagulante de semillas de *Tamarindus indica*.

##### **B. Variable dependiente**

Calidad del Agua

### 2.2.2. Operacionalización.

**Tabla N<sup>o</sup> 1: Operacionalización de cada Variable**

<b>Variab</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Dosis</b>
<b>Dosis del coagulante de Semillas de <i>Tamarindus indica</i></b>	Las semillas de <i>Tamarindus indica</i> se puede emplear en procesos de tratamiento de agua ya que éstas presentan gran concentración de ácidos glutámicos y ácidos aspárticos	Se recogerá 5 muestras de agua tomadas de un punto del Rio Reque-Lambayeque con una cantidad de 800 ml y se realizará análisis físicos y químicos, y luego aplicar las dosis del coagulante de semillas de <i>Tamarindus indica</i> para determinar la reducción de contaminantes con 4 dosis diferentes.	Concentración	mg de coagulante/ 800ml de agua	- 0
					- 40
					- 55
					- 60
					- 70

**Tabla N° 2:** continuación del cuadro operacionalización de variables

<b>Variab</b> les	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Rango</b>
<b>Calidad del Agua</b>	La calidad del agua es una variable descriptora primordial del medio hídrico, puesto que determina la aptitud del agua para sostener los ecosistemas y atender las distintas demandas, la calidad del agua puede verse modificada por causas naturales como por componentes externos, cuando los componentes externos son responsables de la degradación de la calidad natural del agua, se habla de contaminación la cual tiene que ser medida por parámetros de calidad	Para mejorar la calidad del agua se realizarán análisis fisicoquímicos, se tomará 5 muestras de 800 ml del Rio Reque – Lambayeque, y se aplicará 4 diferentes dosis.	- Parámetros físicos	- Turbidez - Conductividad eléctrica	- NTU - mS/cm -	<5 <1500
			- Parámetros químicos	- DBO - DQO - pH	- mg/L - mg/L -	<3 <10 >6.5 < 8.5

**FUENTE:** Elaborado por el Investigador

## 2.3. Población, muestra y muestreo

### 2.3.1. Población

Para esta investigación la población comprende las aguas del Río Reque – Lambayeque

### 2.3.2. Muestra

Se tomaron 5 muestras de 800 ml de agua para cada una de las dosis.

### 2.3.3. Muestreo

No probabilístico – muestra por conveniencia – Simétrico

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Tabla N° 3: Técnicas de Campo**

<b>TECNICA</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
<b>OBSERVACIÓN</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Identificación del punto de muestreo y registro de coordenadas.</li><li>2. Elegir el punto más conveniente y accesible</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>- GPS</li><li>- Cámara fotográfica</li><li>- Cuaderno de registro</li></ul>
<b>MUESTRA DE AGUA</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>3. La toma de muestra del agua se realizará a 20 cm de profundidad, para el análisis correspondiente y medir los parámetros fisicoquímicos</li><li>4. Registro de datos de campo y etiquetar las muestras</li><li>5. Almacenamiento y transporte de muestras en la caja térmica.</li></ol>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Frascos o botellas estériles</li><li>- Caja térmica (cooler)</li><li>- Guardapolvo, guantes y mascarilla</li></ul>

**FUENTE:** Elaborado por el Investigador

## 2.5. Análisis en laboratorio

**Tabla N° 4: Métodos utilizados en Laboratorio**

<b>METODO</b>	<b>PARÁMETRO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>MATERIALES</b>
<b>ELECTROMETRÍA</b>	<b>pH</b>	pHmetro	- Vasos de precipitación de 200 ml Agua destilada
<b>NEFELOMETRÍA</b>	<b>TURBIDEZ</b>	TURBIDÍMETRO	- Agua destilada - Vasito cilíndrico de 10 ml Paño
<b>ELECTROMÉTRICO</b>	<b>CONDUCTIVIDAD ELECTRICA</b>	CONDUCTÍMETRO	- Vasos de precipitación Agua destilada
<b>DICROMATRO</b>	<b>DQO</b>	REACTOR DQO	- Placa calefactora - Viales de Reactor DQO - 1 gradilla - Reactor DQO
<b>INCUBACION Y ELECTROMETRIA</b>	<b>DBO</b>	OXIMETRO Y MULTIPARAMETROS	- Incubadora, Estufa, Probetas - Balanza analítica - Botellas Winckler de 300mL - Vasos de precipitación de 10mL. - Vasos de precipitación de 250mL y 500mL

**FUENTE:** Elaborado por el Investigador

**Tabla N<sup>o</sup> 5 : Método de Prueba de Jarras**

<b>METODO</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>MATERIALES</b>
<b>PRUEBA DE JARRAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Colocar 800 ml de cada muestra de agua en cada una de las cuatro jarras</li> <li>- Aplicar las dosis de coagulante a cada jarra, en este caso de 40, 55, 60 y 70 mg del coagulante de semilla de <i>Tamarindus indica</i> para las 4 muestras respectivamente en ese orden</li> <li>- Programa de agitación de 100 rpm durante 1 minuto de agitación.</li> <li>- Pasado el minuto de agitación rápida, se procedió a la agitación lenta a 30 rpm con una duración de 20 minutos.</li> <li>- Finalmente pasa a la fase de sedimentación durante 2 horas.</li> <li>- Separar la muestra del coagulante asentado</li> <li>- Determinar la turbidez y los sólidos disueltos totales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jarras</li> <li>- Paletas</li> <li>- Varilla agitadora</li> <li>- Cucharita de metal</li> <li>- Agua destilada</li> <li>- Vasos de precipitación</li> </ul>

**FUENTE:** Elaborado por el Investigador

## **2.6. Método Estadístico:**

- Estadística Descriptiva

### **2.6.1.1. Técnicas de procesamiento de datos**

Para procesar los datos se utilizarán los programas:

- Software SPSS
- Microsoft Excel

## **2.7. Aspectos Éticos**

Los resultados del presente trabajo de investigación son confiables, se realizaron los análisis en un laboratorio eficiente y responsable. Las fuentes de información que se visualizan en este trabajo de investigación están respetando los derechos del autor, manifestándose en las respectivas citas bibliográficas

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Características de la zona de aplicación

##### 3.1.1. Área de Estudio

El distrito de Reque, presenta los siguientes límites:

**Por el norte** : Limita con Monsefú

**Por el sur** : Limita con Eten y Lagunas

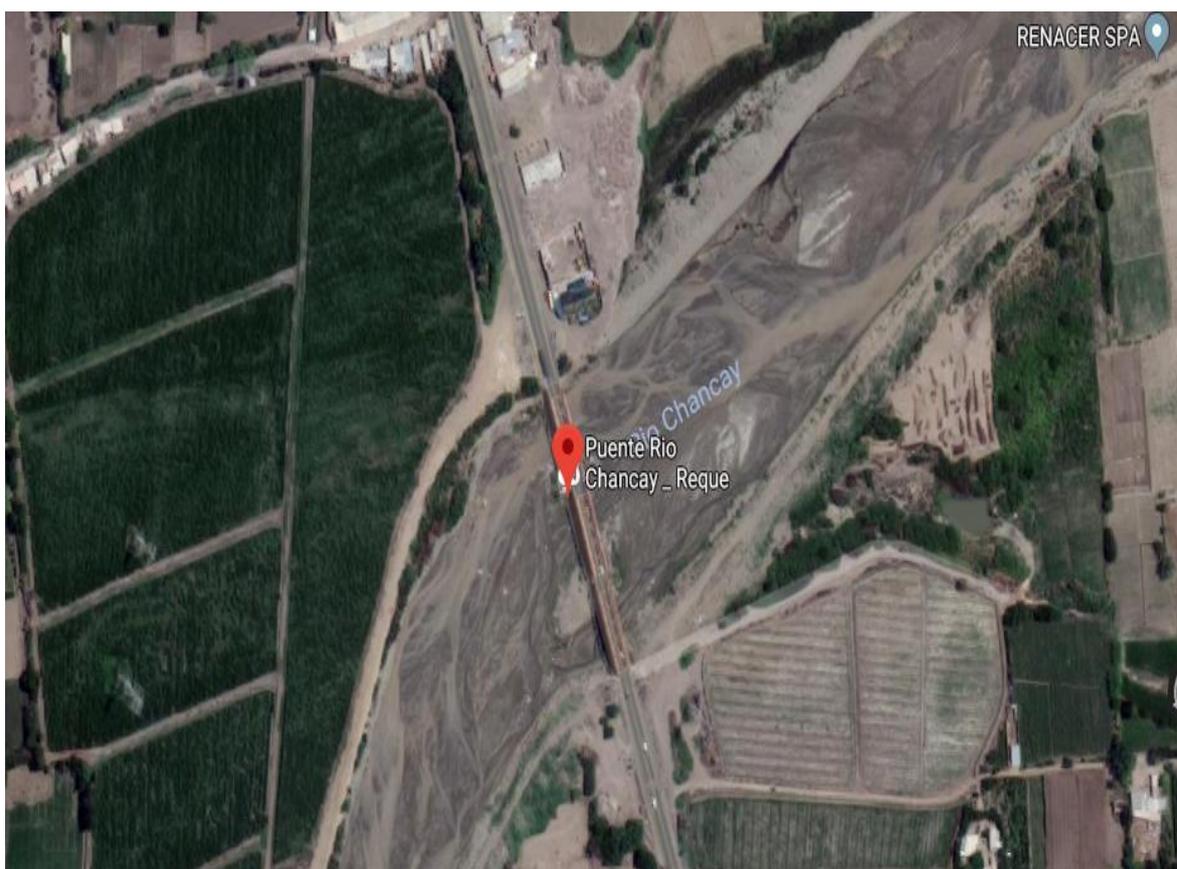
**Por el este** : Limita con Zaña y Tuman

**Por el oeste** : Limita con Monsefu y Eten

##### 3.1.2. Ubicación

El distrito de Reque está situado al sur oeste de la provincia de Chiclayo departamento de Lambayeque al norte del Perú.

*Figura N°: 3 Vía de Aplicación*



FUENTE: GOOGLE EARTH 2018

**Tabla N° 6: Valores de la muestra control**

PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR	Estándares de Calidad Ambiental (ECA)
pH	-	<b>7.95</b>	6.5 - 8.5
Conductividad Eléctrica	<b>mS/cm</b>	<b>0.787</b>	<1500
Turbidez	<b>NTU</b>	<b>180</b>	<5
DBO	<b>mg/L</b>	<b>273</b>	<3
DQO	<b>mg/L</b>	<b>250</b>	<10

**FUENTE:** Elaborado por el Investigador

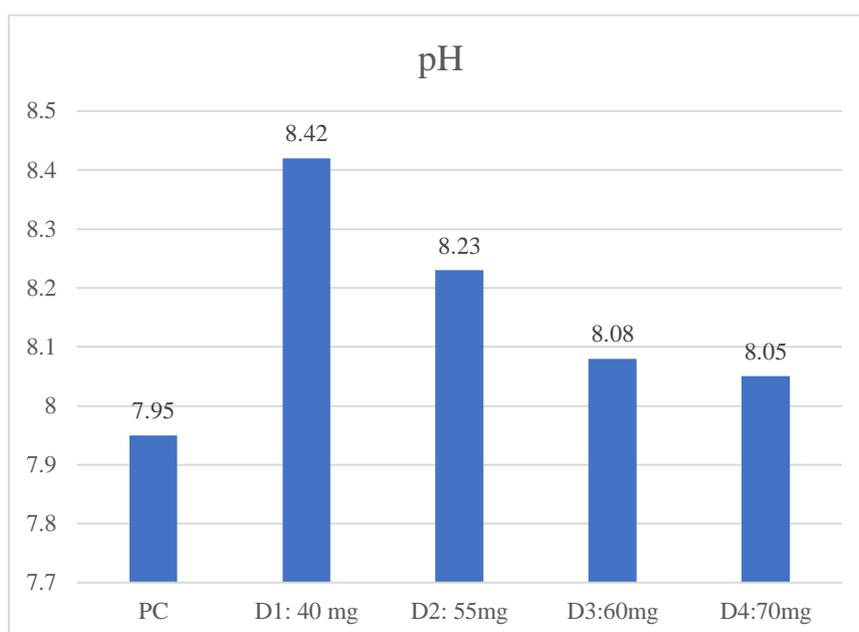
**INTERPRETACIÓN:** En la tabla N° 1 se muestran los valores de los parámetros del agua del Río Reque – Lambayeque sin tratamiento, y se observa que los valores de la Turbidez, DBO y DQO no están dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para consumo humano.

**Tabla N° 7:** Análisis químico del agua del Río Reque - Lambayeque después del tratamiento (pH)

PARÁMETRO	DOSIS DE <i>Tamarindus indica</i>				ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL
	D <sub>1</sub> : 40 mg	D <sub>2</sub> : 55mg	D <sub>3</sub> :60mg	D <sub>4</sub> :70mg	ECA
pH	8.42	8.23	8.08	8.05	6.5 - 8.5

FUENTE: Elaborado por el Investigador

**Gráfico N° 1:** Análisis químico del agua después del tratamiento.



FUENTE: Elaborado por el Investigador

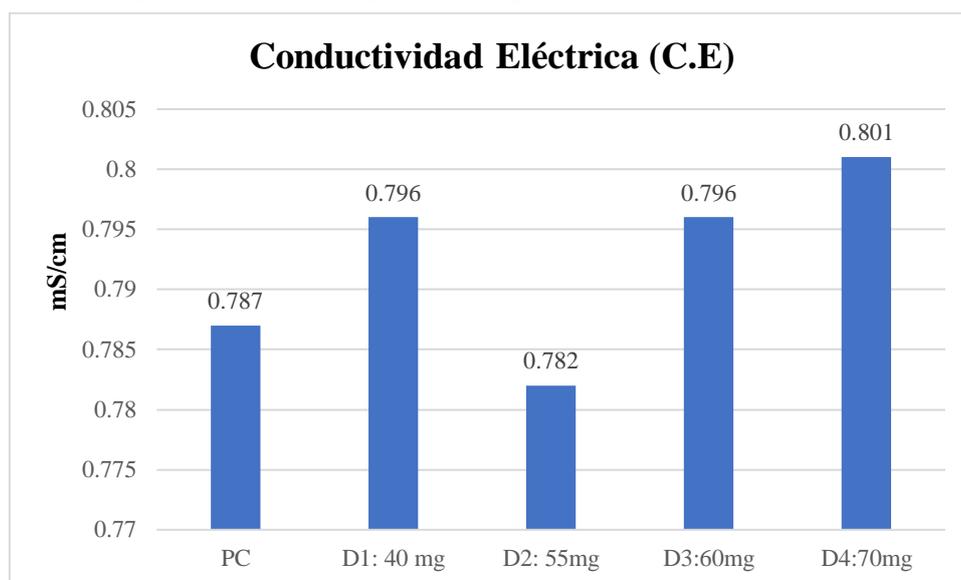
**INTERPRETACION:** En la Grafica N° 1, se muestra los diferentes valores de pH en función a las dosis del coagulante de semillas de *Tamarindus indica* y se observa que el mayor valor de pH se encuentra en la dosis N° 1 con 40mg y el menor valor de pH lo obtiene la prueba control con 7,95.

**Tabla N° 8:** Análisis físico del agua del Río Reque - Lambayeque después del tratamiento. (C.E)

PARÁMETRO	DOSIS DE <i>Tamarindus indica</i>				ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL
	D <sub>1</sub> : 40 mg	D <sub>2</sub> : 55mg	D <sub>3</sub> :60mg	D <sub>4</sub> :70mg	ECA
<b>Conductividad Eléctrica (mS/cm)</b>	0.796	0.782	0.796	0.801	<1500

FUENTE: Elaborado por el Investigador

**Gráfico N° 2:** Análisis físico del agua después del tratamiento.



FUENTE: Elaborado por el Investigador

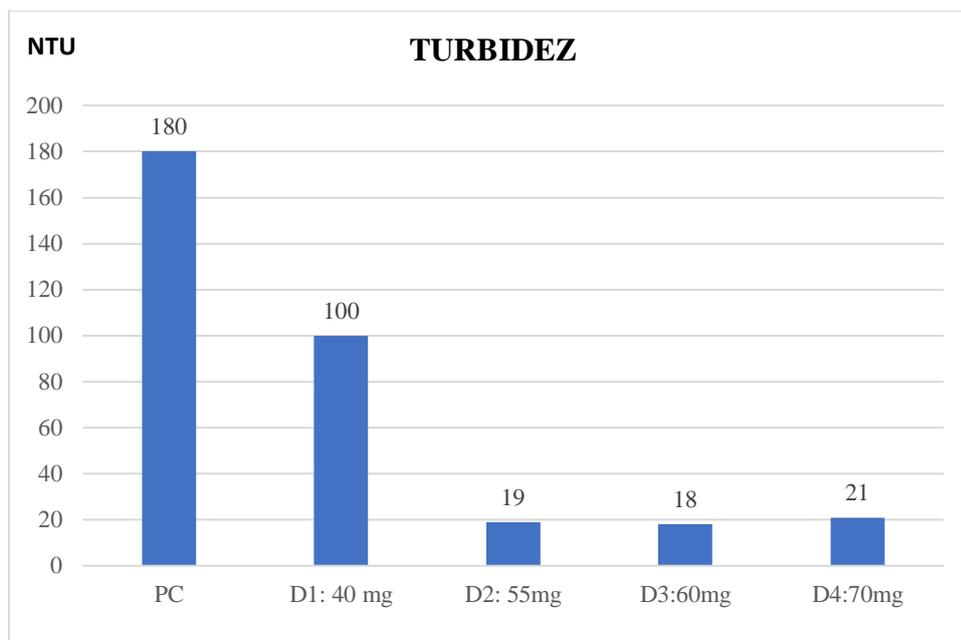
**INTERPRETACIÓN:** En la Gráfica N° 02 se muestran valores de Conductividad Eléctrica para las muestras en estudio, observando que la dosis N° 4 (70 mg) presenta mayor C.E con valor de 0.801 mS/cm y el menor valor lo presentó la dosis N° 2 (55 mg) con valor de 0.782 mS/cm.

**Tabla N° 9:** Análisis físico del agua del Río Reque - Lambayeque después del tratamiento. (Turbidez)

PARÁMETRO	DOSIS DE <i>Tamarindus indica</i>				ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL
	D <sub>1</sub> : 40 mg	D <sub>2</sub> : 55mg	D <sub>3</sub> :60mg	D <sub>4</sub> :70mg	ECA
<b>Turbidez (NTU)</b>	100	19	18	21	<5

FUENTE: Elaborado por el Investigador

**Gráfico N° 3:** Análisis físico del agua después del tratamiento.



FUENTE: Elaborado por el Investigador

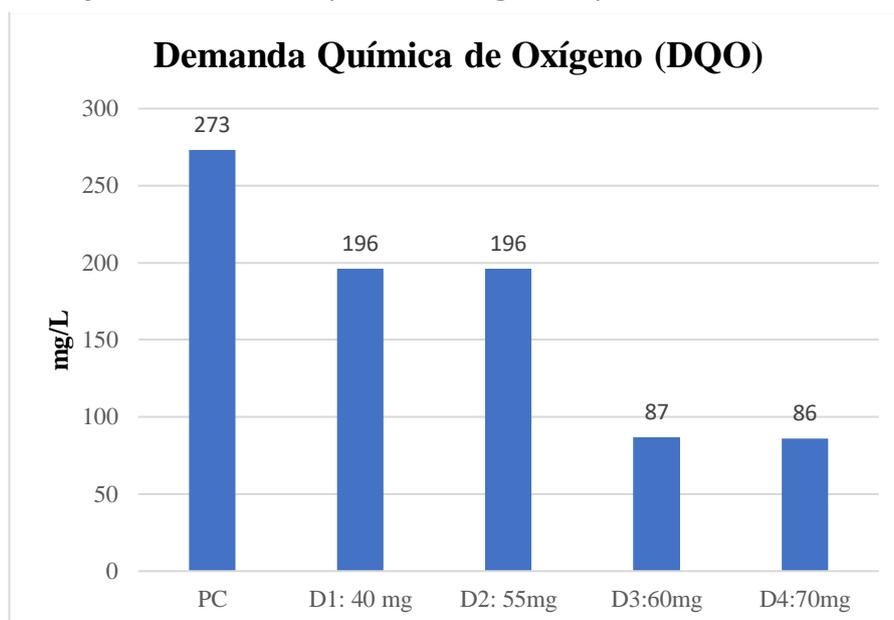
**INTERPRETACIÓN:** En la Gráfica N° 03 se muestran los valores para turbidez, observándose que antes del tratamiento con el coagulante el agua se encontró el mayor valor de 180 NTU, valores que disminuyeron de forma considerable, el menor valor de turbidez lo presentó la dosis N°3 (60 mg) con 18 NTU

**Tabla N° 10:** Análisis químico del agua del Río Reque - Lambayeque después del tratamiento. (DQO)

PARÁMETRO	DOSIS DE <i>Tamarindus indica</i>				ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL
	D <sub>1</sub> : 40 mg	D <sub>2</sub> : 55mg	D <sub>3</sub> :60mg	D <sub>4</sub> :70mg	ECA
DQO (mg/L)	196	196	87	86	<10

FUENTE: Elaborado por el Investigador

**Gráfico N° 4:** Análisis químico del agua después del tratamiento.



FUENTE: Elaborado por el Investigador

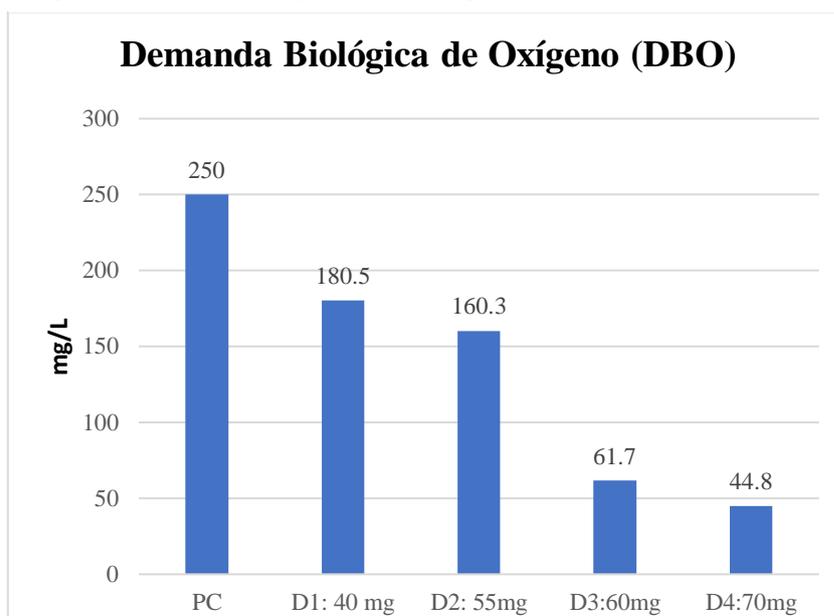
**INTERPRETACIÓN:** En la Gráfica N° 04 se muestran los valores de la Demanda química de oxígeno (DQO) el valor más alto lo obtiene la prueba control con un valor de 273 mg/L, luego del tratamiento la dosis que mostró mejor desempeño fue la N° 4 (70 mg) reduciendo a un valor de 86 mg/L.

**Tabla N° 11:** Análisis químico del agua del Río Reque - Lambayeque después del tratamiento.(DBO)

PARÁMETRO	DOSIS DE <i>Tamarindus indica</i>				ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL
	D <sub>1</sub> : 40 mg	D <sub>2</sub> : 55mg	D <sub>3</sub> :60mg	D <sub>4</sub> :70mg	ECA
DBO (mg/L)	180.5	160.3	61.7	44.8	<3

FUENTE: Elaborado por el Investigador

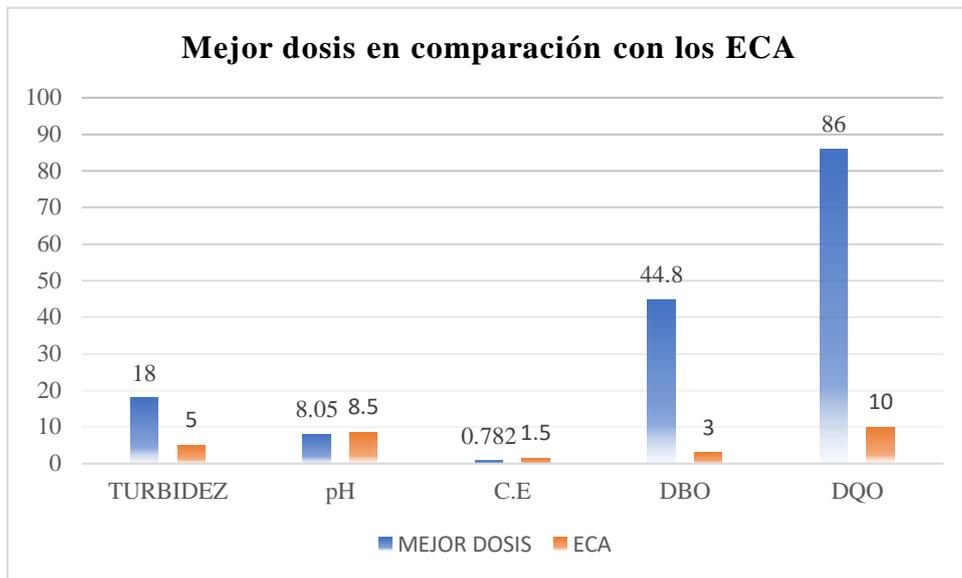
**Gráfica N° 5:** Análisis químico del agua después del tratamiento.



FUENTE: Elaborado por el Investigador

**INTERPRETACIÓN:** En la Gráfica N° 5 se muestran los valores de la Demanda Biológica de oxígeno (DBO) del cual el valor máximo se observa en la prueba control con 250 mg/L y el valor inferior se obtiene después del tratamiento con el coagulante natural con la dosis N° 4 (70 mg) con un valor de 44.8 mg/L.

**Gráfico N° 6:** Comparación del agua después del tratamiento con los ECA.



**FUENTE:** Elaborado por el Investigador

**INTERPRETACIÓN:** En la Gráfica N° 6 se muestra la comparación de los Estándares de Calidad Ambiental del agua para consumo humano y a los valores con mejor dosis después del tratamiento de cada parámetro, se observa que el pH y la Conductividad Eléctrica (C.E) están dentro de lo establecido por los ECA.

#### IV. DISCUSIÓN

- De los resultados obtenidos en la investigación se encontró que el coagulante natural de semillas de *Tamarindus indica* aumenta el pH en todas sus dosis, teniendo un pH de 7.95 en la prueba control y luego de las dosis subiéndolo a un pH de 8.42 siendo el más alto, aun así, según los Estándares de Calidad Ambiental es considerado apto para el consumo humano, y la mejor remoción de turbidez se da en la dosis N° 3 con 60 mg con un valor de 18 NTU.
- Según Álvarez, (2016) En su trabajo de investigación: Uso de las semillas de Tamarindo (*Tamarindus indica*) como coagulante orgánico en procesos de coagulación – floculación en el tratamiento de agua para potabilización, su valor de turbiedad inicial fue de 187 NTU y con una dosis de 40 mg logró una remoción de 99.7%, mientras que en la presente investigación el valor inicial de turbiedad fue de 180 NTU y aplicando la misma dosis que el autor ya mencionado alcanzó una remoción de 43.8%, no obteniendo resultados similares esto podría deberse que Álvarez. (2016) utilizó arcilla para modificar la turbiedad del agua y luego del mecanismo de filtración estas partículas quedasen en el papel filtro reduciendo el parámetro de turbidez.
- Con respecto a sus demás dosis de Álvarez. (2016) en su investigación aplicó cantidades de 50 mg, 55mg y 70 mg del coagulante de semillas de *Tamarindus indica* en rangos de turbiedad de 200 -500, obteniendo un alto porcentaje de remoción de 99.9% con la dosis de 55mg y en la presente investigación se obtuvo una disminución de turbidez diferente a dicho autor, pero significativa con una dosis de 55 mg llegando a una remoción de 88.8% con una turbiedad inicial de 180 NTU.

- En la investigación de Hernández, et. al, (2013) titulada: Semillas de Tamarindo (*Tamarindus indica*) como coagulante en aguas con alta turbiedad, en los dos primeros análisis trabajó con un pH entre 7 y 9 observando que la disminución de turbidez era mínima, luego procedió a trabajar con pH ácido 4 y logró una mejor remoción de turbidez teniendo como turbidez inicial de 100 NTU disminuyendo a 29,03 NTU, estos resultados guardan relación con la presenta investigación, ya que antes de ser aplicado el coagulante a las muestras de agua se midió el pH alcanzando a un valor de 5 y logrando reducir significativamente la turbidez con un valor inicial de 180 NTU y reduciendo hasta 18 NTU respectivamente.

## V. CONCLUSIONES

- De acuerdo al procedimiento para obtener la harina de semillas *Tamarindus indica* se utilizó un 1 Kg de tamarindo en pepa, que dio como rendimiento 200 gramos de dicha harina.
- Mediante análisis físicos y químicos se determinó que los contaminantes con mayor concentración en las muestras de agua del río Reque son Turbidez con 180 NTU, Demanda química de oxígeno (DQO) con 273 mg/L y Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) con 250 mg/L.
- Al realizar los análisis físicos y químicos del agua se observó que después de aplicar la semilla de *Tamarindus indica*, las dosis óptima para el parámetro de Turbidez fue con 60 mg que inició con 180 NTU y minimizó a 18 NTU con un porcentaje de remoción de 89.4%, para la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) y la Demanda Química de Oxígeno (DQO) la dosis más eficiente para ambos fue la N° 4 con 70 mg reduciendo a 44.8 mg/L en DBO y 86 mg/L para la DQO, en la Conductividad Eléctrica las dosis no alteran sus valores manteniéndose en un rango entre 0.787 y 0.801.
- Los parámetros que cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del agua para consumo humano son pH con valores de entre 7.95 y 8.42, y en la Conductividad Eléctrica (C.E) con valores de 0.782 y 0.796 mS/cm.
- Los valores de pH y Conductividad Eléctrica (C.E) no variaron mucho después de la aplicación del coagulante, es decir las semillas de *Tamarindus indica* no influyen en dichos parámetros según los análisis en esta investigación.

## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar múltiples análisis con diferentes dosis para lograr un mejor rendimiento de reducción de contaminantes del agua para consumo humano.
- Trabajar el coagulante a un pH ácido, ya que a pH alcalino la reducción de Turbidez es mínimo, para corregir el pH se puede utilizar varios reactivos que pueden dosificarse de forma líquida (en solución) o en polvo.
- Promover la producción del polvo de la semilla de *Tamarindus indica* para la elaboración del coagulante natural a una escala macro, ya que actualmente no se cuenta con harina de *Tamarindus indica* de manera comercial, se recomienda desarrollar otros estudios en los que se aplique la metodología descrita en esta investigación a escala comunitaria, principalmente en las zonas rurales, donde el acceso al agua potable es casi nulo.

## VII. RERERENCIAS

1. HERNANDEZ; Briyitt, MENDOZA; Iván, SALAMANCA; Mayerling, FUENTES; Lorena y CALDERA; Yaxcelys. 2013. SEMILLAS DE TAMARINDO (*Tamarindus Indica*) COMO COAGULANTE EN AGUAS CON ALTA TURBIEDAD. Universidad del Zulia. Disponible en: <http://produccioncientificaluz.org/index.php/redieluz/article/view/19438/19410>
2. CONTRERAS; Keylla, CONTRERAS; Jessy, CORTI; Maria, DE SOUSA; Joeliana, DURAN; Maghy y ESCALANTE; Manuel. 2008. EL AGUA UN RECURSO PARA PRESERVAR. Mérida. Disponible en: <http://www.eventos.ula.ve/ciudadesostenible/documentos/pdf/agua.pdf>.
3. WRIGTMAN, Shira. 2008. Calidad química y microbiológica del agua y acceso al recurso agua en la comunidad de Solong. The George Washington University. Panamá.
4. GUARDIAN; Roger y COTO; Juana. 2010. ESTUDIO PRELIMINAR DEL USO DE LA SEMILLA DE TAMARINDO (*Tamarindus Indica*) EN LA COAGULACION – FLOCULACION DE AGUAS RESIDUALES. Tecnología en marcha. Vol. 24. P. 18-26. Disponible en: file:///C:/Users/Kelvin/Downloads/Dialnet-EstudioPreliminarDelUsoDeLaSemillaDeTamarindoTamar-4835564.pdf
5. BUENAÑO; Brenda. 2017. ESTUDIOS DE LAS CARACTERISITICAS COAGULANTES/FLOCULANTES DE POLÍMEROS ORGÁNICOS NATURALES, EXTRAÍDOS DE MATERIALES DE DESECHO ALIMENTICIO, PARA LA POTABILIZACION DEL AGUA. Escuela Politécnica Nacional. Quito. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/17388/1/CD-7888.pdf>

6. GUARDADO; Oscar y HERNANDEZ; Alexandra. 2017. EVALUACION DE LA EFECTIVIDAD DE FLOCULANTES NATURALES EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LAVANDERIA INDUSTRIAL, UTILIZANDO EL CLADODIO DE NOPAL (*Opuntia ficus – indica*) Y LA SEMILLA DE TAMARINDO (*Tamarindus indica*). Universidad de El Salvador. Disponible en: <http://ri.ues.edu.sv/15099/1/Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20efectividad%20de%20floculantes%20naturales%20en%20el%20tratamiento%20de%20aguas%20residuales%20provenientes%20de%20lavander%C3%ADa%20industrial%2C%20utilizando%20el%20Cladodio%20de%20Nopal%20%28Opuntia%20ficus-indica%29%20y%20la%20semilla%20de%20Tamarindo%20%28tamarind.pdf>
  
7. ALVAREZ; Tania. 2016. USO DE SEMILLA DE TAMARINDO (*TAMARINDUS INDICA*) COMO COAGULANTE ORGÁNICO EN PROCESOS DE COAGULACION – FLOCULACION EN EL TRATAMIENTO DE AGUA PARA POTABILIZACIÓN. Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: [http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08\\_0530\\_MT.pdf](http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_0530_MT.pdf)
  
8. DIAS; José. 2014. COAGULANTES-FLOCULANTES ORGANICOS E INORGANICOS ELABORADOS DE PLANTAS Y DEL RECICLAJE DE LA CHATARRA, PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS. Disponible en: [file:///C:/Users/COMPAQ/Downloads/coagulantes-floculantes-organicos-e-inorganicos-elaborados-de-plantas-y-del-reciclaje-de-la-chatarra-para-el-tratamiento-de-aguas-contaminadas%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/COMPAQ/Downloads/coagulantes-floculantes-organicos-e-inorganicos-elaborados-de-plantas-y-del-reciclaje-de-la-chatarra-para-el-tratamiento-de-aguas-contaminadas%20(2).pdf)
  
9. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE ESPAÑA. Libro blanco del agua. España, 2000.
  
10. RIVERA HUERTA, MARÍA DE LOURDES Y PIÑA SOBERANIS, MARTIN.2005. Tratamiento de agua para remoción de arsénico mediante adsorción sobre zeolita natural acondicionada. México – Instituto Mexicano de Tecnología del agua. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/tratagua//ii-066.pdf>

11. ACOSTA, Yaniris. 2006. Estado del Arte del Tratamiento de agua por coagulación – floculación. ICIDCA. Vol. XL, 2. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, pp. 10 -17.
12. ORELLANA, Jorge. Características del agua potable. Ingeniería Sanitaria. Argentina, 2005.
13. OMS (Organización Mundial de Salud). Guía para la calidad del agua potable. Vol. 1: tercera edición. Suiza, 2006. Disponible en: [http://who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/gdwq3\\_es\\_full\\_lowres.pdf?ua=1](http://who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowres.pdf?ua=1)
14. WRIGTMAN, Shira. Calidad química y microbiológica del agua y acceso al recurso agua en la comunidad de Solong. The George Washington University. Panamá, 2008.
15. PAYERAS, Antonio. Parámetros de calidad de aguas. Escuela de Bonsai Menorca, 2011. Disponible en: <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas>
16. ORGANISMO DE EVALUACION Y FISCALIZACION AMBIENTAL. OEFA. 2014. Fiscalización ambiental en AGUAS RESIDUALES. Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827http://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827http://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf)
17. REYNOLDS; Kelly. 2002. Wastewater Treatment in Latin America. Disponible en: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2007/10/Tratamiento-aguas-residuales-Latinoamerica.pdf>
18. RESPRETO; Hernán. 2009. EVALUACION DEL PROCESO DE COAGULACION – FLOCULACION DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE. Colombia. Disponible en: [http://www.bdigital.unal.edu.co/877/1/15372239\\_2009.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/877/1/15372239_2009.pdf)

19. VELA; Cintya. 2016. DISMINUCION DE LA TURBIDEZ UTILIZANDO COAGULANTE NATURAL *Moringa Oleífera* EN AGUAS OBTENIDAS DEL RIO ALTO CHICAMA, PUENTE INGON, TRUJILLO 2016. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/7597/vela\\_ac.pdf?sequence=1](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/7597/vela_ac.pdf?sequence=1)
20. DERECHO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES. (DAR). AGUAS RESIDUALES Y SOSTENIBILIDAD. Disponible en: [http://www.dar.org.pe/archivos/docs/agua/propuesta\\_cl.pdf](http://www.dar.org.pe/archivos/docs/agua/propuesta_cl.pdf)
21. MARTINEZ; María. 2015. USO DE POLIMEROS EN EL TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO. México. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/8924/USO%20DE%20POL%20C3%84MEROS%20EN%20EL%20TRATAMIENTO%20DE%20AGUA%20PARA%20CONSUMO%20HUMANO.pdf?sequence=1>
22. GOMEZ; Néstor. 2005. REMOCION DE MATERIA ORGANICA POR COAGULACION – FLOCULACION. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/1214/1/nestoralejandrogomezpuentes.2005.pdf>
23. ANDÍA; Yolanda. 2000. TRATAMIENTO DE AGUA COAGULACION Y FLOCULACION. SEDAPAL. Lima. Disponible en: [http://www.sedapal.com.pe/c/document\\_library/get\\_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154](http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=2792d3e3-59b7-4b9e-ae55-56209841d9b8&groupId=10154)
24. UNESCO. 2015. INTERNATIONAL INITIATIVE ON WATER QUALITY. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002436/243651s.pdf>
25. PLAN NACIONAL DE RECURSOS HIDRICOS. 2010. CALIDAD DEL AGUA. Disponible en: [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/archivos/paginas/b\\_memoria\\_final\\_parte\\_3\\_0\\_0.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/archivos/paginas/b_memoria_final_parte_3_0_0.pdf)

26. IDEAM. 2007. TURBIEDAD POR NEFELOMETRÍA (METODO B). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Turbiedad+por+Nefelometr%C3%ADa..pdf/fc92342e-8bba-4098-9310-56461c6a6dbc>
27. IDEAM. 2006. CONDUCTIVIDAD ELECTRICA POR EL MÉTODO ELECTROMÉTRICO EN AGUAS. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Conductividad+El%C3%A9ctrica.pdf/f25e2275-39b2-4381-8a35-97c23d7e8af4>
28. IDEAM. 2007. pH EN AGUA POR ELECTROMETRIA. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/pH+en+agua+por+Electrometr%C3%ADa.pdf/ec53b64e-91eb-44c1-befe-41fcfccdff1>
29. DURÁN, Jorge, “Apuntes de clase Aguas y Aguas Residuales. Maestría en Ingeniería Ambiental”. Universidad Tecnológica Nacional. Escuela de Posgrados. [En línea] 2011, [Fecha de consulta: 6 de julio de 2018] Disponible en: [http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/articloe/view/332](http://www.revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/articloe/view/332)
30. MINAM. 2017. DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. Perú. Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
31. GARCÍA, Juan; PÉREZ, Francisco y URREA, Mario. Abastecimiento de aguas- Tema 6: Coagulación y floculación. Universidad Politécnica de Cartagena. [En línea] 2012, [Fecha de consulta: 10 de julio de 2018] Disponible en: <http://civilgeeks.com/2012/02/18/manual-completo-de-abastecimiento-de-aguauniversidad-politecnica-de-cartagena/>

32. GONZALES, Carmen. 2011. Monitoreo de la Calidad del agua. Colegio de Ciencias Agrícolas. [En línea] [Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2018] Disponible en: <http://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-862/maguaph.pdf>
33. MONTE, Inés. 2016. AGUA, pH Y EQUILIBRIO QUÍMICO: Entendiendo el efecto del Dióxido de Carbono en la Acidificación de los Océanos. Berlín. [En línea] [Fecha de consulta: 26 de noviembre de 2018] Disponible en: <http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12235/5/images/agua-ph-ciencias.pdf>
34. REGINA, Mayara. 2018. URBAN EFFLUENTS IN THE WATER OF THE MARAU RIVER. [En línea] [Fecha de consulta: 28 de noviembre de 2018] Disponible en: <http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=5cd8770f-4e70-463e-854f-4094ab08b35a%40pdc-v-sessmgr06>

## **VIII. ANEXOS**

**ANEXO 01: Matriz de Consistencia**

## Matriz de Consistencia

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** RAMIREZ CRUZ MARIELA BRIGITT.

**TITULO:** “DOSIS OPTIMA DEL COAGULANTE DE SEMILLAS DE *Tamarindus indica* PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO REQUE - LAMBAYEQUE”

**Tabla N° 12: Matriz de Consistencia**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACION	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿Cuál será la mejor dosis del coagulante de semillas de <i>Tamarindus indica</i> para mejorar la calidad del agua del Río Reque - Lambayeque?	Objetivo General Determinar la dosis óptima del coagulante de semillas de <i>Tamarindus indica</i> para mejorar la calidad del agua del Río Reque Lambayeque.	H0: Ninguna de las dosis del coagulante de semillas de <i>Tamarindus indica</i> mejorará la calidad del agua del Río Reque Lambayeque.	- Dosis del coagulante de semillas de <i>Tamarindus indica</i>	Experimental	Infinita, las aguas del Río Reque - Lambayeque	-Técnica de campo (recolección de muestras) - Técnica de muestreo	Nefelométrico Electrométrico Electrometría Incubación y Electrometría Dicromato
	Objetivos Específicos 1. Extraer el coagulante natural de semillas de <i>Tamarindus indica</i> para mejorar la calidad del agua del Río Reque - Lambayeque. 2. Medir la calidad del agua del Río Reque - Lambayeque mediante análisis fisicoquímicos. 3. tratar el agua del Río Reque - Lambayeque en 4 dosis diferentes con el coagulante de semillas de <i>Tamarindus indica</i> . 4. Evaluar cuál de las cuatro dosis del coagulante es más eficiente en comparación con la muestra testigo en la recuperación de la calidad del agua.	Hi: Alguna de las dosis del coagulante de semillas de <i>Tamarindus indica</i> mejorará la calidad del agua del Río Reque Lambayeque.	- Calidad del agua	DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	
				Cuasi Experimental	- Por conveniencia - 5 litros de agua del Río Reque - Lambayeque.	Turbidímetro Conductímetro Potenciómetro (pH) Peachimetro portátil Prueba de jarras Balanza analítica Multiparametros	

## **ANEXO 02: Elaboración del Coagulante**

**Figura N°: 4** Procedimiento de la Elaboración del Coagulante



**Fuente:** Elaboración Propia

### **ANEXO 03: Equipos Usados**

**Figura N°: 5** Turbidímetro



**FUENTE:** Propia del Investigador

**Figura N°: 6** Reactor DQO



**FUENTE:** Propia del Investigador

**Figura N°: 7** pHmetro



**FUENTE:** Propia del Investigador

**ANEXO 04: Río Reque**

**Figura N°: 8** Río Reque – Lambayeque



**FUENTE:** Propia del Investigador

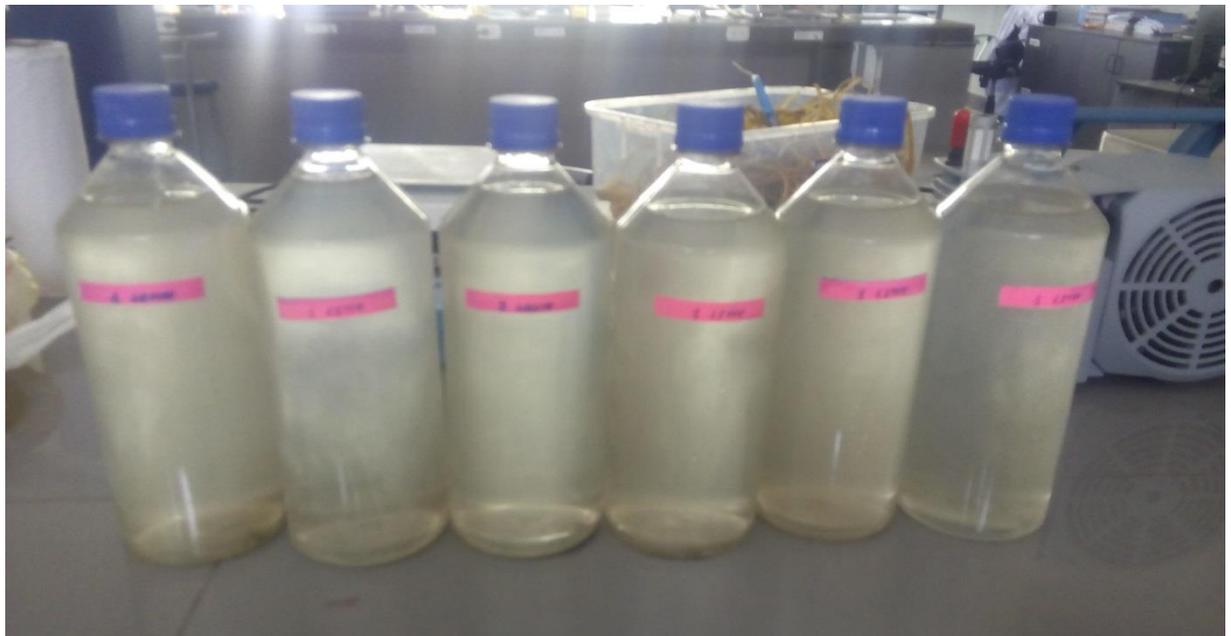
**ANEXO 05: Muestras de Agua del Rio Reque**

**Figura N°: 9** *Recolección de muestras de aguas*



**FUENTE:** Propia del Investigador

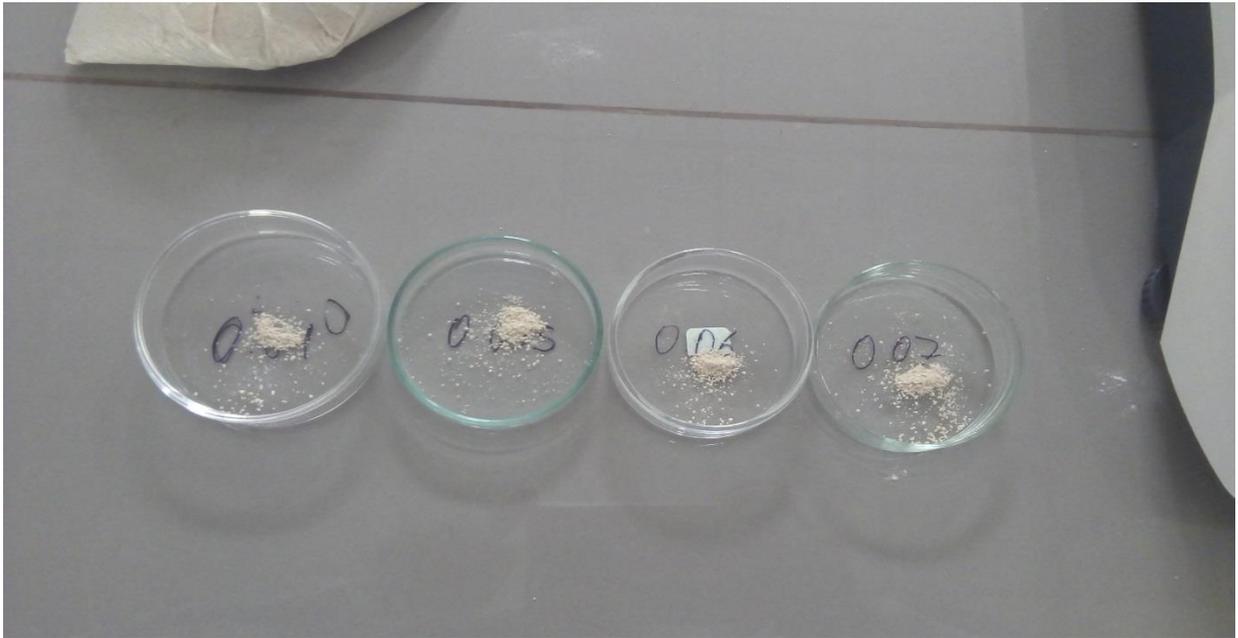
**Figura N°: 10** *Muestras de agua del Río Reque – Lambayeque*



**FUENTE:** Propia del Investigador

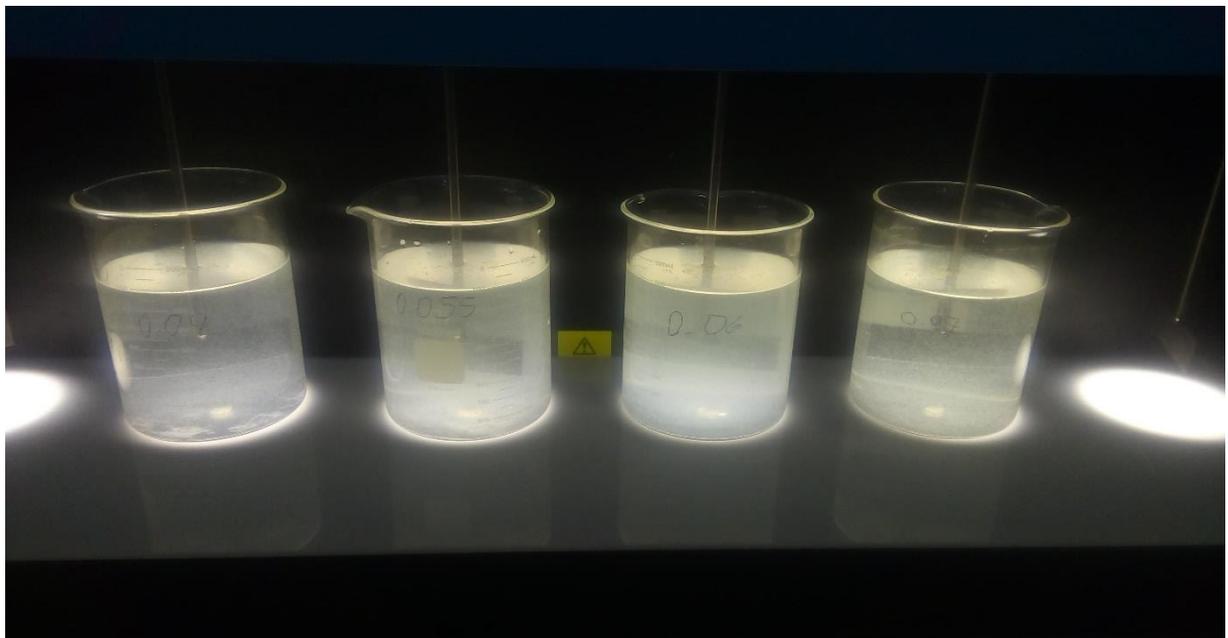
## **ANEXO 06: Análisis en Laboratorio**

**Figura N°:11** Diferentes Dosis para cada muestra de agua



**FUENTE:** Propia del Investigador

**Figura N°: 12** Prueba de jarras



**FUENTE:** Propia del Investigador

**Figura N°: 13** Viales con tapa rosca para determinar DQO



**FUENTE:** Propia del Investigador

**Figura N°: 14** Decantación de solidos de las muestras después de la prueba de jarras



**FUENTE:** Propia del Investigador

## **ANEXO 07: Desarrollo de cada Parámetro**

✓ **Procedimiento de cada parámetro:**

**1. Turbidez**

- Se lava el vasito cilíndrico con agua destilada
- Se seca con el paño del set portátil
- Se introduce la muestra en el vasito
- Se coloca el vasito en el set
- Se enciende, se calibra, se espera unos segundos y se da lectura

**2. Conductividad Eléctrica (C.E)**

- Se introduce la cédula de conductividad en la muestra y se espera hasta que la lectura se estabilice

**3. pH**

- Se calibra el equipo
- Se coloca la muestra y se introduce el instrumento
- Luego se da lectura al valor de pH cuando se estabilice.

**4. Demanda Química de Oxígeno (DQO)**

- Se identificó el rango bajo por ser agua cruda.
- Con una jeringa volumétrica se saca 2 ml de la muestra de agua y se añade al vial previamente agitado, la muestra se mezcla con el reactivo que posee y esto reacciona desprendiendo calor.
- Numerar los viales.
- Se prende el reactor y se colocan los viales a una temperatura a 150°C por dos horas.
- Luego se deja enfriar a temperatura ambiente y se procede a medir.
- En el fotómetro se mide el blanco en cero.
- Se coloca el vial y se mide la cantidad de DQO.
- El blanco se prepara con agua destilada este sirve para anular la medición anterior y así mismo sirve para calibrar.

## **5. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO)**

- Se requiere la medida de la DQO.
- Se compara en la tabla de porcentaje, con la medida de porcentaje total el volumen de la botella winkler es de 300 ml, se aplica regla de 3 simple al 100%.
- El resultado es el volumen de la muestra que se va a colocar en la botella.
- La parte vacía de la botella se enraza con agua de dilución que comprende agua destilada más 4 reactivos (cloruro de calcio, buffer fosfato, sulfato de magnesio y cloruro de hierro III por cada litro de agua con dilución.
- El agua de dilución una vez colocada los reactivos se homogeniza.
- Esto pasa por una compresora de aire constante y así saturar el aire por 2 horas.
- Luego se realiza una medición de Oxígeno Disuelto (O.D) con el oxímetro.
- Se medirá el O.D inicial y pasado los 5 días de incubación a una T° de 20° se mide el O.D final.
- Aplicar fórmula.

✓ **Cálculos para DBO**

**Tabla N° 13:** Análisis de Oxígeno Disuelto (OD) de cada una de las muestras de agua del Río Reque - Lambayeque

Muestras	Unidad	OD <sub>inicial</sub>	OD <sub>final</sub>
PC	ppm	5.53	0.53
D <sub>1</sub> : 40mg	ppm	5.48	1.87
D <sub>2</sub> : 55mg	ppm	4.336	1.13
D <sub>3</sub> : 60mg	ppm	7.27	1.10
D <sub>4</sub> : 70mg	ppm	5.36	0.88

**FUENTE:** Elaboración Propia

$$DBO = \frac{OD_i - OD_f}{mL (muestra)} \times 300$$

✓ **Prueba Control**

$$DBO = \frac{5.53 - 0.53}{6 mL} \times 300$$

$$DBO = 250$$

✓ **Dosis 1: 40 mg**

$$DBO = \frac{5.48 - 1.87}{6 mL} \times 300$$

$$DBO = 180.5$$

✓ **Dosis 2: 55 mg**

$$DBO = \frac{4.336 - 1.13}{6 \text{ mL}} \times 300$$

$$DBO = 160.3$$

✓ **Dosis 3: 60 mg**

$$DBO = \frac{7.27 - 1.10}{30 \text{ mL}} \times 300$$

$$DBO = 61.7$$

✓ **Dosis 4: 70 mg**

$$DBO = \frac{5.36 - 0.88}{30 \text{ mL}} \times 300$$

$$DBO = 44.8$$

✓ **Cálculos para % de Remoción de turbidez**

**Tabla N° 14:** Datos de la Turbidez de cada uno de las muestras de agua del Río Reque – Lambayeque para sacar su remoción en cada dosis.

TURBIDEZ INICIAL		TURBIDEZ FINAL			
Prueba Control	<b>D<sub>1</sub>: 40mg</b>	<b>D<sub>2</sub>: 55mg</b>	<b>D<sub>3</sub>: 60mg</b>	<b>D<sub>4</sub>: 70mg</b>	
180 NTU	100 NTU	19 NTU	18 NTU	21 NTU	

**FUENTE:** Elaboración Propia

$$\% \text{ de Remoción de Turbidez} = \frac{T_0 - T_{F-1h}}{T_0} \times 100$$

**Dónde:**

T<sub>0</sub> = turbiedad inicial

T<sub>F-1h</sub> = turbiedad final después de una hora de sedimentación

✓ **Dosis 1: 40 mg**

$$\% \text{ de Remoción de Turbidez} = \frac{180 - 100 - 1}{100} \times 100$$

$$\% \text{ de Remoción de } T = 43.8$$

✓ **Dosis 2: 55 mg**

$$\% \text{ de Remoción de Turbidez} = \frac{180 - 19 - 1}{100} \times 100$$

$$\% \text{ de Remoción de Turbidez} = 88.8$$

✓ **Dosis 3: 60 mg**

$$\% \text{ de Remoción de Turbidez} = \frac{180 - 18 - 1}{100} \times 100$$

$$\% \text{ de Remoción de Turbidez} = 89.4$$

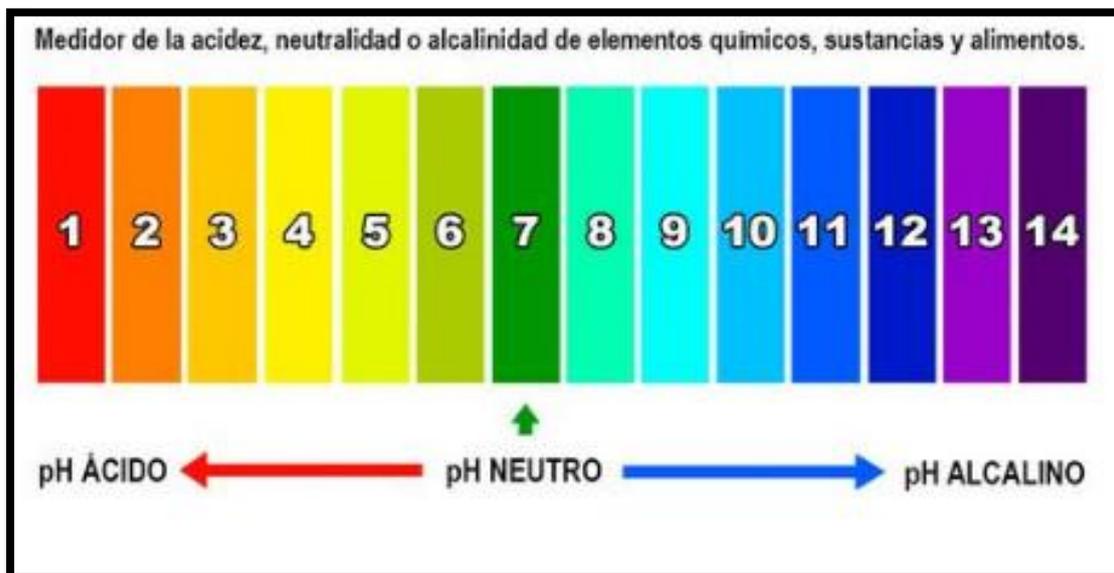
✓ **Dosis 4: 70 mg**

$$\% \text{ de Remoción de Turbidez} = \frac{180 - 21 - 1}{100} \times 100$$

$$\% \text{ de Remoción de Turbidez} = 87.7$$

## **ANEXO 08: Mediciones de pH**

**Figura Nº: 15** Escala de pH



FUENTE: Gonzales. 2011

**Tabla Nº 15:** Escala de pH y su ejemplo representativo para cada valor

ESCALA DE pH	VALOR DE pH	EJEMPLO
Ácido	0	Ácido de batería
	1	jugos gástricos
	2	Vinagre, Jugo de limón
	3	Jugo de naranja
	4	Jugo de tomate
	5	Café negro, plátanos
Neutro	6	Orina, leche
Alcalino	7	Agua pura
	8	Agua de mar, huevos
	9	Bicarbonato de sodio
	10	Pasta de dientes
	11	Solución de amoníaco
	12	Agua jabonosa
	13	Limpiador para hornos, lejía
14	Limpiador líquido de drenajes	

FUENTE: Monte. 2001

**ANEXO 09: Estándares de Calidad Ambiental del agua para el consumo humano.**

**Tabla N° 16: ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO**

PARÁMETROS	UNIDAD DE MEDIDA	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzando
<b>FISÍCO - QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Conductividad	(uS/cm)	1500	1600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	3	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Dureza	mg/L	500	**	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000	1000	1500

FUENTE: MINAM/EL POPULAR. 2017

- (\*\*\*) El parámetro no aplica para la subcategoría

## **ANEXO 10: Hojas de Resultados**



LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS: Análisis fisicoquímico

USUARIO: Mariela Brigitt Ramírez Cruz

N° DE MUESTRA: 05

TIPO DE MUESTRA: Agua superficial

FECHA DE EMISIÓN: 02 de Noviembre del 2018

RESULTADOS:

N° DE MUESTRA	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	EQUIPO
PC	TURBIDEZ	180	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	273	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	7.95	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	0.787	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	250	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
M01	TURBIDEZ	100	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	196	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.42	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	0.796	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	180.5	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
M02	TURBIDEZ	19	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	196	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.23	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	0.782	mS/cm	CONDUCTÍMETRO



	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	160.3	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
M03	TURBIDEZ	18	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	87	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.08	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	0.796	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	61.7	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
M04	TURBIDEZ	21	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	86	mg/	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	8.05	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	0.801	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	44.8	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)

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



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA



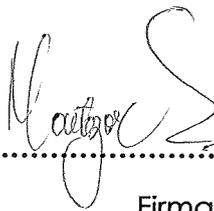
Yo, CÉSAR AUGUSTO MONTEZA ARBULÚ, docente de la Facultad de INGENIERÍA y Escuela Profesional DE INGENIERÍA AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo Chiclayo, revisor (a) de la tesis titulada

"DOJIS OPTIMA DEL COAGULANTE DE SEMILLAS DE  
Tamarindus indica PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA  
DEL RIO PEQUE - LAMBAYEQUE  
....."

del (de la) estudiante Ramirez Cruz Mariela Brigitt  
....., constato que la investigación tiene un índice de similitud de 30% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

CHICLAYO, 15 DE JULIO DEL 2019.

  
.....  
Firma



CÉSAR AUGUSTO MONTEZA ARBULÚ

DNI: 16681280

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

## AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS          EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo MARIELA BRIGITT RAMIREZ CRUZ, identificado con DNI N° 60647745, egresado de la Escuela Profesional de INGENIERIA AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "DOSIS OPTIMA DEL COAGULANTE DE SEMILLAS DE Tamarindus indica PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO REQUE - LAMBAYEQUE", en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 60647745

FECHA: 21 de Junio del 2019

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

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



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

EP de Ingeniería Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA.

Ramirez Cruz Mariela Brigitt

INFORME TÍTULADO:

"Dosis Optima del Coagulante de Semillas de Tamarindus indica para mejorar la calidad del agua del Rio Requena-Lambayeque"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERA AMBIENTAL

SUSTENTADO EN FECHA. 31-05-19

NOTA O MENCIÓN: APROBADA POR UNANIMIDAD



[Firma]  
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN