



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo “*Tamarindus indica L.*” para reducir solidos coloidales en laboratorio de las aguas del río  
Lurín, Lima - 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL

## **AUTOR**

Jara Vasquez Sonia Milagros

## **ASESOR**

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio

## **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

CALIDAD Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES

**LIMA-PERÚ**

**2018 - I**

## PÁGINA DEL JURADO

.....  
Dr. Abner Chavez Leandro  
Presidente

.....  
Dr. Alejandro Alcantara Bosa  
Secretario

.....  
Juan Julio Ordoñez Galvez  
Vocal

## **Dedicatoria**

A mis padres por su apoyo incondicional, en especial a mi madre Catalina, por haberme apoyado estos 5 años en el cuidado de mi hijo para poder lograr este objetivo.

A mi hijo alessandro por ser mi fortaleza, mi motivación por enseñarme cada día a ser responsable.

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por haberme dado fuerza de voluntad en los momentos más difíciles, a mi familia, a mi asesor el Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez, a mi alma Mater la Universidad Cesar vallejo Lima Norte, a los profesores por sus enseñanzas.

## **DECLARACION DE AUTENTICIDAD**

Yo, Sonia Milagros Jara Vásquez con DNI N° 45385455, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Ambiental, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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 de la Universidad César Vallejo.

Lima, Julio de 2018.

---

Sonia Milagros Jara Vasquez

## Presentación

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: Uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo "*Tamarindus indica L.*" para reducir sólidos coloidales en laboratorio de las aguas del río Lurín Lima – 2018, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

La Autora.

# ÍNDICE

PÁGINAS PRELIMINARES	
PÁGINA DEL JURADO .....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento .....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	v
Presentación .....	vi
Índice .....	vii
Resumen.....	1
Abstrac.....	2
I. INTRODUCCIÓN .....	3
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	4
1.2 TRABAJOS PREVIOS .....	5
1.3 TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA.....	11
1.3.1 El agua.....	11
1.3.2 Calidad de agua .....	11
1.3.3 Propiedades del agua .....	11
1.3.4 Proceso físico químico en la coagulación y floculación .....	13
1.3.5 Coagulación .....	13
1.3.6 Floculación.....	15
1.3.7 Partículas en suspensión .....	16
1.3.8 Partículas coloidales .....	16
1.3.9 Prueba de jarras “JAR TEST” .....	20
1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	23
1.4.1 Problema General .....	23
1.4.2 Problema Específico .....	24
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO .....	24
1.6 HIPÓTESIS.....	25
1.6.1 Hipótesis general .....	25
1.6.2 Hipótesis Específica .....	25
1.7 OBJETIVOS.....	25
1.7.1 Objetivo General .....	25

1.7.2 Objetivo Especifico.....	25
II. MÉTODO .....	25
2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	25
2.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN .....	27
2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	29
2.3.1 Población .....	29
2.3.2 Muestra .....	29
2.3.3 Muestreo .....	29
2.4 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD .....	29
2.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	29
2.4.2 Validez y Confiabilidad.....	30
2.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	30
2.6 ASPECTOS ÉTICOS .....	30
III RESULTADOS.....	33
IV DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	46
V CONCLUSIONES.....	47
VI RECOMENDACIONES.....	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49
ANEXOS .....	54
Anexo 1. Ficha de toma de datos .....	54
Anexo 2. Ficha de toma de datos In situ .....	55
Anexo 3. Cadena de custodia para análisis de agua .....	56
Anexo 4. Materiales y equipos utilizados .....	57
Anexo 5. Informe de ensayo .....	58
Anexo 6. Acta del originalidad.....	59
Anexo 7. Validación de instrumentos.....	60
Anexo 8. Galería fotográfica .....	63

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coagulantes naturales que tienen propiedades de ser coagulantes o floculantes.....	19
Tabla 2. Taxonomía del tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> L.).....	22
Tabla 3. Composición química de la semilla de tamarindo .....	23
Tabla 4. Matriz de consistencia .....	27
Tabla 5. Matriz de operacionalización .....	28
Tabla 6. Etapas de estudio .....	29
Tabla 7. Parámetros químicos iniciales del agua del río Lurín.....	33
Tabla 8. Parámetros iniciales del agua del río Lurín tomados In Situ .....	33
Tabla 9. Parámetros iniciales del agua del río Lurín analizados en laboratorio de la Universidad Cesar vallejo – Lima Norte .....	33
Tabla 10. Balance de masa por trituración y tamizado del polvo extraído de la semilla de tamarindo .....	35
Tabla 11. Pruebas con el coagulante extraído de la semilla de tamarindo .	37
Tabla 12. Porcentaje de reducción de turbidez después del tratamiento por cada concentración.....	39
Tabla 13. Prueba de jarras con promedio de las dosis, turbidez final y porcentaje de remoción .....	40
Tabla 14. Resultado del parámetro de demanda química de oxígeno después del tratamiento del coagulante extraído de la semilla de tamarindo .....	41
Tabla 15. Resultado del parámetro de demanda bioquímica de oxígeno Después del tratamiento del coagulante extraído de la semilla de tamarindo .....	41
Tabla 16. Medias de la reducción de turbidez para cada tratamiento.....	42
Tabla 17. Prueba de relación entre las dos variables .....	43
Tabla 18. Clasificación de los grupos .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Neutralización de cargas de un coloide por adición de coagulante .....	14
Figura 2. Doble capa de una partícula .....	16
Figura 3. Imagen del fruto o vaina del tamarindo.....	21
Figura 4. Imagen de la semilla de tamarindo con cascara a la izquierda y a la derecha el endospermo de la semilla de tamarindo sin cascara .....	22
Figura 5. Mapa de ubicación de muestreo .....	31
Figura 6. Procedimiento para obtener el polvo extraído de la semilla de Tamarindo.....	32
Figura 7. Imagen del test de jarras .....	36
Figura 8. Comparación de turbidez inicial – final de las 3 pruebas .....	38
Figura 9. Prueba de jarras con promedio de las dosis del coagulante extraído de la semilla de tamarindo y turbidez final .....	40
Figura 10. Reconocimiento de la zona.....	62
Figura 11. Imagen de la toma de datos de coordenadas y toma de muestras De agua .....	62
Figura 12. Imagen de la medición de parámetros en campo .....	62
Figura 13. Medición de temperatura y pH In situ .....	63
Figura 14. Toma de coordenadas con el GPS.....	63
Figura 15. Tamizado del polvo extraído de la semilla de tamarindo .....	63
Figura 16. Pesado de las concentraciones utilizadas .....	64
Figura 17. Realización de la prueba de jarras en laboratorio.....	64
Figura 18. Toma de análisis del parámetro de turbidez y pH.....	64
Figura 19. Muestras de agua después del tratamiento .....	65

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo fundamental determinar la efectividad en la remoción de sólidos coloidales de las muestras de agua provenientes de río Lurín, utilizando un coagulante natural extraído de las semillas de tamarindo. Para lo cual se tomó muestras de 18 litros de agua, en campo se realizó mediciones como la temperatura y el pH, respetando los protocolos de toma de muestra y preservación de la misma fueron llevadas a laboratorio para proceder con el análisis de turbidez, pH, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, esto se realizó antes del tratamiento para tener los datos iniciales. Para conocer la dosis óptima de polvo extraído de la semilla de tamarindo teniendo como referencia el parámetro de turbidez, se realizó la prueba de jarras, con 3 pruebas por concentración del polvo, obteniendo la dosis de 100mg/L los mejores resultados en cuanto a una mayor reducción con un 89.3 %, con una mezcla rápida de 100 RPM por un tiempo de 10 minutos y una mezcla lenta de 40 RPM con tiempo de 30 minutos además de un tiempo de sedimentación de 30 minutos.

Concluyendo que el polvo obtenido de la semilla de tamarindo es efectivo, el cual puede ser reaprovechado como coagulante natural que es inocuo en el medio ambiente debido a que los lodos residuales son biodegradables en comparación de los coagulantes sintéticos.

Palabras claves: agua, turbidez, coagulación, floculación, semillas de tamarindo.

## ABSTRAC

The main objective of this research work is to determine the effectiveness in the removal of colloidal solids from water samples from the Lurín River, using a natural coagulant extracted from tamarind seeds. For which 18 liters of water samples were taken, in the field measurements were made such as temperature and pH, respecting the protocols of sampling and preservation of it were taken to the laboratory to proceed with the turbidity, pH, analysis conductivity, biochemical oxygen demand, chemical oxygen demand, this was done before the treatment to have the initial data. In order to know the optimum dose of dust extracted from the tamarind seed with reference to the turbidity parameter, the jar test was performed, with 3 repetitions per dust concentration, obtaining the 100mg / L dose the best results in terms of greater reduction with 89.3%, with a fast mix of 100 RPM for a time of 10 minutes and a slow mix of 40 RPM with a time of 30 minutes plus a settling time of 30 minutes.

Concluding that the powder obtained from the tamarind seed is effective, which can be reused as a natural coagulant that is harmless in the environment because the residual sludge is biodegradable in comparison to the synthetic coagulants.

Keywords: water, turbidity, coagulation, flocculation, tamarind seeds.

## **I.INTRODUCCIÓN**

La calidad de agua y su disponibilidad es una creciente preocupación en países en vías de desarrollo, las principales fuentes de agua están siendo alteradas debido a la contaminación que se viene generando por parte de las actividades antropogénicas relacionadas como la minería, la agricultura, la industria, las aguas residuales domesticas sin tratar, estos agravan el incremento de contaminantes químicos y patógenos, que van en aumento con el crecimiento demográfico e industrial insostenible (ONU, 2015, p.45).

En el tratamiento de aguas existen procesos fisicoquímicos como la coagulación y floculación, donde se aplican polímeros sintéticos como el sulfato de aluminio conocido también como alumbre para acelerar la decantación de los sólidos suspendidos (Chulluncuy, 2011, p.156)

En base a eso existe también contaminación en el proceso de las plantas de tratamiento de agua, al utilizar en el proceso de potabilización polímeros sintéticos como sulfatos de aluminio y sulfatos ferrosos, los cuales dejan lodos residuales con cargas contaminantes peligrosos para el medio ambiente.

Existen investigaciones experimentales donde se han enfocado como alternativa natural en el proceso de coagulación en el tratamiento de agua utilizando coagulantes naturales a base de almidón, semillas y plantas; con la finalidad de poder sustituir la aplicación de polímeros o coagulante químicos sintéticos.

Este método de utilización del cotiledón extraído de la semilla de tamarindo como alternativa natural en el proceso de coagulación y floculación, pretende comprobar su eficiencia en la decantación de los sólidos suspendidos, coloidales en las aguas del rio Lurín, así mismo reducir los niveles de turbidez y DQO.

## 1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

La eficiencia en el proceso de tratamiento primario de las aguas es comparada en la remoción de la turbidez, el cual es ocasionado por sólidos coloidales y sólidos en suspensión, para eliminar estas partículas se realiza el proceso de coagulación – floculación, es importante mencionar que durante este proceso no solo se reduce la turbiedad sino también materia orgánica y microorganismos que pueden estar presentes en los cuerpos de agua a tratar, el cual es un indicador de la mala calidad de dicha agua (Andia, 2000, p. 5).

La cuenca baja del río Lurín viene sufriendo alteraciones en su calidad de agua debido al vertido indiscriminado de aguas residuales domésticas, residuos sólidos, el arrojado de desmonte proveniente de la construcción, al lavado de ropa y autos utilizando detergente vertidos directamente al río, estos contienen sólidos suspendidos y disueltos que muchas veces pueden ser materias orgánicas e inorgánicas. Así mismo, estas aguas son destinadas al riego de agricultura existente en la zona.

El tratamiento de clarificación de las aguas es sin duda de gran importancia para la sociedad, ya que de este proceso depende la calidad de agua para los distintos usos que se le pueda dar para consumo humano, para riego u otros usos.

En este sentido se busca demostrar en cuanto puede reducir los niveles de turbidez utilizando un coagulante natural extraído de la semilla del tamarindo como una alternativa sustentable y de bajo costo para desestabilizar los coloides que se encuentran en las muestras del agua del río Lurín.

## 1.2 TRABAJOS PREVIOS

**VACA Mier Mabel, et al. (2014)**, en la revista realizado dentro de su investigación titulada “ **Aplicación del nopal (*Opuntia ficus indica*) como coagulante primario de las aguas residuales**, sostienen que dentro del tratamiento de aguas es viable poder aplicar coagulantes de origen natural y de bajo costo que pueda ayudar, se aplicó el polvo extraído del nopal (*Opuntia ficus indica*), se evaluó la efectividad del polvo seco del nopal como coagulante, antes de iniciar el procedimiento se analizó los parámetros de PH, DQO, Coliformes Totales y Turbiedad, se utilizó dosis de 10 y 70 mg/L, por un tiempo de 3 minutos con una velocidad de 150 rpm, luego se reposo 30 minutos, en conclusión se logró reducir la turbiedad de un 65 a 92% así mismo disminuyó la concentración de DQO en un 37.9%.

**Según MOSCOZO Barrios, Luis (2015)**, en su tesis “**Uso de Almidón de yuca como sustituto del Sulfato de Aluminio en el proceso de coagulación-floculación en el sistema de tratamiento de aguas para potabilización**” desarrollada en la Universidad de San Carlos de Guatemala se llevó a cabo un análisis experimental del uso del almidón de yuca como sustituto del sulfato de Aluminio en el tratamiento de aguas, lo que quería comprobar es el porcentaje del almidón de yuca el cual podría sustituir en una dosis optima, se realizaron pruebas de jarras en laboratorio en simultaneo, una pruebas usando el almidón de yuca en dosis distintas, tomando la temperatura y el PH; luego otra pruebas usando el polímero sintético en este caso sulfato de Aluminio en dosis distintas hasta obtener una dosis óptima para ambas pruebas, teniendo ya estos primeros resultados, luego se hace la pruebas final donde nos determinara el porcentaje de almidón que puede sustituir al sulfato de Aluminio. Se obtuvo como resultado para rangos de 300 hasta 400 NTU, utilizando 100 % del coagulante natural el almidón de yuca solo logra decantar o remover un 58.56%. Por conclusión el almidón de yuca solo puede ser sustituido por el sulfato de aluminio para concentración bajas de turbidez.

**MASMELA A. y AGUILAR N. (2017)**, en su tesis “**Evaluación del almidón de**

***Manihot Esculente yuca*) y *Musa AAB Simmonds*. (Plátano) en procesos de coagulación y floculación para el tratamiento de aguas residuales en la PTARD del parque agroindustrial de occidente – PAO”, para obtener el título de Ingeniero Ambiental, sostienen que dentro de su proyecto de investigación se realizó la comparación de dos tipos de coagulantes naturales las cuales son el almidón de yuca y plátano. En comparación con un polímero químico el hidroxiclورو de aluminio, el cual es utilizado en una planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en una ciudad de Colombia. Se realizó los parámetros fisicoquímicos antes y después del test de jarras, así mismo se consideró el tiempo de formación de los floc al agregar el coagulante; primero se puso a una velocidad de 100RPM y se le agrego el coagulante durante 30 segundos, luego se redujo la velocidad a 40 RPM, durante 2 minutos para que puedan tomar nota del tiempo de formación de los floculos. Realizaron 3 veces la prueba de jarra para cada tipo de coagulante, cabe resaltar que a cada jarra se le agrego soda caustica en distintas concentraciones aumentando su PH, en conclusión se obtuvo como resultado que al almidón de yuca tiene una eficiencia de remoción de 38.1%, almidón de plátano de 60.6% y el hidroxiclورو de aluminio de 88%. Esta investigación determinó que el almidón de yuca y plátano puede ser utilizado como coadyuvante en el proceso de coagulación.**

**SOLÍS R., Laines J. y Hernández J. (2012), en su artículo “Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales”,** sostienen que uno de los grandes problemas que afronta en el tratamiento de aguas residuales en el proceso de coagulación- Floculación, debido a las partículas coloides que son causantes del color y turbidez indeseable para proceder al tratamiento de potabilización del agua. Es por ello que en este estudio se realiza una prueba para comparar la mezcla del almidón de yuca con el sulfato de aluminio, así mismo se efectuaron la medición de 3 parámetros los cuales son temperatura, PH y turbidez. El objetivo de este estudio es demostrar que puede ser factible el uso del almidón para poder reducir las concentraciones de sulfatos en las plantas de tratamiento de agua. Se realizaron en la parte experimental con la prueba de jarras la cual cuenta con 6 jarras de un litro cada una, lo primero que hicieron fue obtener la dosis optima del sulfato de aluminio, agregando distintas concentración

en las 6 jarras a una velocidad rápida de 200 RPM con un tiempo de 15 segundos para poder desestabilizar las cargas de las partículas coloidales, luego se realizó a una velocidad lenta de 25 RPM a un tiempo de 25 minutos, para la aglomeración y formación de los floculos y su decantación. Se procedió después a realizar la prueba pero esta vez con las dos mezclas primero se agregó el sulfato de aluminio óptimo de 30mg/l, que ya había sido obtenido en la primera parte, esto se hizo a una velocidad rápida la misma ya mencionada, y cuando se disminuye la velocidad a lenta se agrega al almidón de yuca, una vez terminada la prueba se tomaron los parámetros de color, turbidez y PH, en conclusión se logró una remoción del 97.9% usando la mezcla de 2mg/l de almidón de yuca con 28 mg/l de sulfato de aluminio, por ende se deberían de tomar en cuenta el gran potencial como alternativa el uso de tanto el almidón con el sulfato de aluminio, viendo la reducción del uso del sulfato por ser un compuesto de origen sintético, además de reducir costos y ser amigable el uso de coagulantes naturales con el medio ambiente.

**Según ALVAREZ Suaso, Tania (2016), en su tesis “Uso de la semilla de tamarindo (*tamarindus indica*) como coagulante orgánico en procesos de coagulación – floculación en el tratamiento de agua para potabilización”, para obtener el título de Magister en Ciencias de Ingeniería Sanitaria, sostiene en su trabajo de investigación realizada sobre el uso de la semilla de tamarindo en el proceso de coagulación – floculación para reducir turbidez y color en muestras de agua que modifíco, esto con el objetivo que tener aguas con baja y alta turbidez, para esta prueba utilizo el test de jarras con una velocidad rápida de 100RPM por un minuto y una velocidad lentas de 40 RPM por 20 minutos y un tiempo de decantación de 30 minutos, las concentraciones que utilizo fue de 40, 55, 60 y 70 mg/L, obteniendo una eficiencia de un 70% en la remoción de turbiedad y después de aplicar una filtración con una membrana para simular el proceso de filtración, para esta prueba se utilizó una bomba la vacío, después de este proceso se logró obtener un 99% de remoción de turbiedad, siendo el uso de un coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo una alternativa de bajo costo, inocuo con el medio ambiente.**

**CABRERA G. y RAMIREZ J. (2014), en su tesis “Almidón extraído de la**

**yuca (Manihot Esculente Crantz) como coagulante alternativo para el tratamiento de agua de la quebrada Yamuesquer Municipio de Potosí**”, para obtener título de Ingeniero, sostienen que una vez obtenido el almidón de yuca, realizaron una prueba de Lugol, el cual consiste en una prueba para polisacáridos, en este caso se utilizaron unas gotas de Lugol el cual contenía yoduro potásico y yodo. Una vez que se le agrega las gotas al almidón este dio un color azul-violeta el cual es positivo a la prueba. Luego se procedió a realizar la prueba de jarras iniciando antes a tomar anotaciones de los parámetros fisicoquímicos antes de la prueba. Se obtuvo en laboratorio concentración de sulfato de aluminio al 1% de mismo modo el almidón de yuca 1%. Se procede a dar inicio de la prueba agregando los coagulantes a distintas concentraciones, con una mezcla rápida de velocidad de 300 rpm con un tiempo de 1 minuto, y otra mezcla lenta con velocidad de 40 rpm con tiempo de 20 minutos, es en la última mezcla donde se hacen las visualizaciones y posterior anotación de la formación de los floc. Luego se deja en reposo aproximadamente para que realice el proceso de sedimentación, en conclusión se analizaron el comportamiento de los coagulantes en función del color y porcentaje de remoción de la turbiedad para así obtener la eficiencia de cada coagulante. El sulfato de aluminio tiene una eficiencia de 84.345 mientras que el almidón de yuca 52.75%. Se pudo también observarse que hubo un cambio en el PH, usando el sulfato de aluminio disminuye el PH, mientras que con el almidón de yuca se mantiene dentro de lo permitido.

**TRUJILLO D. et al. (2014) “Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano”** sostienen que el uso de almidón para el procesos de clarificación y remoción de turbidez resulta ser muy efectivo, más aun si se utiliza el almidón como coadyuvante de coagulación-floculación, utilizaron para su análisis el almidón extraído del plátano, con un diseño experimental factorial con cuatro variables como el PH, dosis del coagulante, velocidad de mezcla rápida y velocidad de mezcla lenta, esto se realizó en laboratorio por medio de la prueba de jarras, se puede concluir que se obtuvo mejores resultados de efectividad en la concentración de 50/50 de almidón de plátano y sulfato de aluminio por el contrario cuando se hizo una relación de 80/20 no se obtuvo una menor

efectividad, así mismo se puede deducir la gran relación que tiene las variables de PH y velocidad de mezcla, puesto que tienen una gran influencia en las eficiencia de coagulación y floculación, para esta prueba se realizó la velocidad lenta a 50 rpm recordando que en esta etapa empieza la formación de los floc, es importante también mencionar que se obtuvo mejores resultados con PH de rango de 3-6.

**PAEZ L. y PEÑA S. (2015), en su artículo “Almidón de “Malanga” *Colocasia esculenta*, como ayudante de floculación en la potabilización del agua”,** la presente investigación de tipo cuantitativa experimental el cual realizaron con el único propósito de poder determinar la efectividad del almidón de malanga un tubérculo muy parecido a la yuca utilizado en Colombia, el cual fue utilizado como coagulante junto con el sulfato de aluminio en el tratamiento de potabilización de aguas, la parte experimental se realizó en laboratorio con la prueba de jarras, para determinar las dosis óptimas, el agua con el cual se hicieron las pruebas eran provenientes de un río, en el presente trabajo tuvieron como resultado con mayor eficiencia utilizando una solución de 50/50 en peso, logrando una remoción de 95%. Así mismo sostienen que la utilización de polímeros naturales debería ser tomada en cuenta como alternativas debido a que son amigables con el medio ambiente así mismo al generar lodos residuales con mejores características degradables, reduciría los costos en las plantas de tratamiento de agua.

RODRIGUEZ *et al.* (2007), sostienen que el uso de polímeros orgánicos han sido objeto de estudio durante años, debido a su eficiencia en la remoción de turbidez y a su poca o nula toxicidad, ya que muchos de estos polímeros son consumidos como parte de la dieta alimenticia de muchas personas, uno de estos coagulantes orgánicos naturales, el almidón es encontrado en gran variedad y diversidad en el reino vegetal, contiene una gran cantidad de carbohidratos, el cual puede obtenerse con mayor facilidad, en este trabajo de investigación se utilizó almidón de maíz, como una alternativa para el proceso de coagulación – floculación ante el sulfato de aluminio, la parte experimental se realizó en laboratorio mediante la prueba de jarras, el agua a tratar de muestreo de la quebrada Las Delicias en Bogotá – Colombia, se utilizó 1% de sulfato de aluminio, 0.5% de polielectrolitos y

0.5% de almidones, se tomó algunos fundamentos de mezclado el cual fue realizado para el mezclado rápido con una velocidad de 329 RPM con un tiempo de 15 segundos y para el mezclado lento una velocidad de 24 RPM con tiempo de 15 minutos, luego se espera unos minutos más para que se logre la decantación, en conclusión se obtuvo mejores resultados de remoción de turbiedad con el almidón de maíz, siendo este propuesto como alternativa para el tratamiento de potabilización de agua.

**Según CHAMA Cabana, Jenni (2016), en su tesis “Evaluación del Poder Coagulante del Almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y el Policloruro de Aluminio para la remoción de la Turbidez al ingreso de las aguas a la planta de tratamiento Samegua”,** para obtener el título de Ingeniero Ambiental, en su trabajo de investigación realizado para su tesis utilizó almidón de papa como coagulante natural en el tratamiento de aguas del río samegua en Moquegua, aplicó un diseño experimental donde utilizó el método o prueba de jarras, para determinar la concentración óptima de almidón en este caso de papa que utilizó para realizar sus ensayos, una vez obtenido la concentración óptima de almidón que era de 0.2 gr, logrando remover una turbidez de 6.3 NTU, así mismo procedió con el policloruro de aluminio obteniendo como dosis 13 ml logrando remover una turbidez de 9,1 NTU, se logró concluir que usando el almidón de papa se obtiene buenos resultados en la remoción de turbidez de las aguas del río Samegua que ingresan a la planta de tratamiento de agua de Moquegua.

**Para GURDÍAN R. y COTO J. (2011), en su artículo “Estudio Preliminar del uso de la semilla de tamarindo (*tamarindus indica*) en la coagulación-floculación de las aguas residuales “,** realizaron estudios preliminares con la semilla de tamarindo, para utilizarla como coagulante natural, en la remoción de turbidez, para esto utilizaron dos tipos de aguas una fue de aguas provenientes de industria textil y otra de aguas residuales domésticas, ambas con distintas concentraciones de turbidez, en comparación con el sulfato de aluminio un polímero sintético muy utilizado para el tratamiento primario de las aguas, una vez concluido el análisis se obtuvo como resultado que la mayor eficiencia de remoción fue con aguas residuales de mayor concentración de turbidez.

**Según FERIA J., Bermúdez S. y Estrada M. (2014), en su artículo titulado “Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú “, el trabajo de investigación de tipo experimental que realizaron los autores tuvo como objetivo principal demostrar la efectividad de la semilla moringa oleífera como coagulante natural de las aguas provenientes del río Sinú, debido al uso de polímeros sintéticos en el tratamiento de aguas, en laboratorio se aplicó el método de jarras para la obtención de las dosis óptimas, la mezcla rápida fue de 200rpm por 1 minuto y la mezcla lenta 40rpm durante 20 minutos, luego se dejó en reposo para la sedimentación durante 30 minutos, en conclusión para turbiedades de 200 y 360 UNT el coagulante natural utilizado tiene la misma eficiencia que el sulfato de aluminio, una de las ventajas que se pudieron observar y comprobar durante la prueba es que el PH y la alcalinidad del agua a tratar con el coagulante natural no tuvo ninguna variación, sin embargo cuando se utiliza el sulfato de aluminio se debe aplicar otras sustancias para estabilizar el PH del agua. Por lo que sería una disminución de costos el utilizar coagulantes naturales que ya han sido demostrados su efectividad en la remoción de turbidez, así mismo tener en consideración que la generación de sus lodos residuales después del tratamiento de potabilización de aguas, serían biodegradables debido a que no es necesario la adición de sustancias químicas, incluso hay estudios que han determinado la utilización de estos lodos como abonos de plantas.**

### **1.3 TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1 El agua**

El agua es considerada un solvente universal, es un constituyente importante para el ser humano debido a que gran parte de nuestro organismo está compuesto de agua, tiene una gran influencia dentro de los procesos químicos en el proceso de la naturaleza (Chulluncuy, 2011, p.154).

#### **1.3.2 Calidad del agua**

Hoy en día este término de calidad de agua viene siendo relativo, una de las

principales causas es la falta de tratamiento de las aguas antes de ser vertidas al río, es importante considerar que la calidad de agua va a depender de la concentración de contaminante que pueda existir y el uso que se le pueda dar (Plan Nacional de Recursos Hídrico, 2013, p. 64).

### 1.3.3 Propiedades del agua

#### Propiedades Físicas y Químicas

Llamados así debido a que el sentido del ser humano es capaz de percibirlo mediante la vista, olfato y vista, tienen incidencia directa sobre las condiciones estéticas y de aceptabilidad que pueda tener el agua.

#### Parámetros Físicos:

- **Sabor y Olor.-** este parámetro llamado organoléptico nos indica la actividad biológica presente en el agua.
- **Turbidez.-** nos indica la presencia de sólidos suspendidos coloidales y/o partículas en el agua que impide el paso de la luz, la turbidez es un factor ambiental importante en las aguas naturales debido a que afecta al ecosistema acuático, al no existir fotosíntesis. Así mismo en calidad de agua para consumo humano este parámetro interfiere en la eficiencia en el tratamiento de aguas.
- **Sólidos en Suspensión.-** Son aquellas sustancias que se encuentran suspendidas en el agua y no pueden decantarse de forma natural.
- **Conductividad.-** Este parámetro nos permite conocer la cantidad de sales presente en el agua

#### Parámetros Químicos:

- **PH.-** Es un parámetro importante que puede afectar a reacción químicas y biológicas en el agua natural, valores extremos de PH pueden llegar a alterar la presencia de flora y fauna presentes en el agua.
- **Materia Orgánica.-** los compuesto orgánicos existentes en el agua dependerán de su biodegradabilidad, lo que quiere decir es que son utilizados por microorganismos como parte de su alimentación
- **DBO.-** Es la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica presente en el agua.
- **DQO.-** Es la cantidad de oxígeno que es consumido por los cuerpos reductores

existentes en el agua.

#### **1.3.4 Proceso físico químico en la coagulación y floculación**

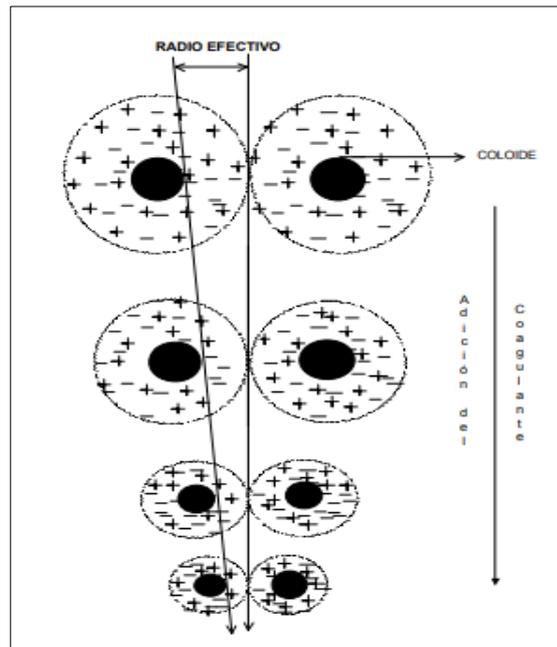
Estos procesos son realizados con el objetivo de poder eliminar los sólidos en suspensión los cuales son principalmente los coloides debido a su tamaño tan fino tienden a permanecer un largo tiempo en el agua, más aun atravesar filtros (Chulluncuy, 2011, p. 157).

#### **1.3.5 Coagulación**

En el proceso de coagulación y floculación son utilizados comúnmente con coagulantes sintéticos, en este método importante como parte del proceso de potabilización se remueven las partículas coloidales que se encuentran suspendidas en el agua y para que puedan ser removidas deben agregarse polímeros de origen sintético para obtener una reducción en la turbidez del agua a tratar.

La coagulación tiene por finalidad la desestabilización de las partículas coloidales, por medio de la neutralización de la carga eléctrica o fuerza que hace que se mantengan separados, de esa manera se puede lograr una aglomeración de las mismas el cual inicia en el instante en que se agrega el coagulante (Figura 1). En esta etapa no solo se logra eliminar la turbiedad sino también materia orgánica (Andía, 2000, p. 9).

Según Kelderman y Kruis (2001), sostienen que el proceso de la coagulación es el más importante dentro del tratamiento primario en la potabilización del agua, por la remoción de las partículas coloidales y suspendidas, no solo reduce la turbidez del agua sino también el color, bacterias y virus. Para que esto suceda se agregan cantidades de sulfatos de aluminio y hierro, estos poseen de iones positivos que al entrar en contacto neutralizan las cargas de los coloides, para que se empiecen a unir y formen los floculos (p. 15).



Fuente: Andía, A., 2000

**Figura 1.** Neutralización de cargas de un coloide por adición de coagulante

### **Factores que influyen en el proceso de coagulación**

#### **PH**

El PH tiene mucha influencia en la coagulación, debido a que cada tipo de agua tiene un pH óptimo para la coagulación.

Cuando se utiliza sales de aluminio debe estar a un pH óptimo de 6.5-8 y para sales de hierro debe estar entre 5.5-8.5. (Arboleda, 2000).

#### **Turbiedad**

La turbiedad medida en unidades de UNT, es originada por aquellas partículas en suspensión o coloides, las cuales causan la poca transparencia del agua. (Arboleda, 2000)

Medida básicamente a las partículas suspendidas en el agua, para cada turbiedad existe una cantidad de coagulante con el que se obtiene una reducción de la turbidez, el que corresponderá a la dosis óptima a utilizar del coagulante, es por ellos que en laboratorio se debe de realizar la prueba de jarras así se obtendrá las dosis requeridas u óptima así como el pH.

## **Temperatura**

Es uno de las características más importantes del agua en el tratamiento, debido a que influye en la coagulación – floculación, la variación de 1°C en la temperatura puede producir corrientes de densidad, el cual podría perjudicar en la energía cinética de la decantación de los sólidos, así mismo un incremento en la temperatura no es favorable para la decantación. (Arboleda, 2000).

### **Influencia de la dosis del coagulante**

La cantidad del coagulante tiene influencia directa sobre la eficiencia en la coagulación, es necesario conocer la dosis óptima del coagulante y para eso se realizan pruebas o ensayos de jarra en laboratorio.

### **Influencia de la mezcla**

En la primera etapa que se realiza es una mezcla rápida pero de duración corta el cual ayuda a dispersar el coagulante uniformemente por el agua y la segunda etapa es una mezcla lenta de duración más larga que ayuda a la formación de los floculos, el cual hace que los floc pequeños empiecen a unirse formando floculos de mayor densidad.

#### **1.3.6 Floculación**

La floculación se inicia una vez que las partículas coloidales ya han sido desestabilizadas para formar los microfloculos, cuando están han tomado un mayor volumen pasan a formar un floculo, tomando mayor densidad y por ende precipitan para ser removidos del agua a tratar. La floculación es favorecida por el mezclado lento el cual ayuda a juntar los floculos (Andía, 2000, p.30).

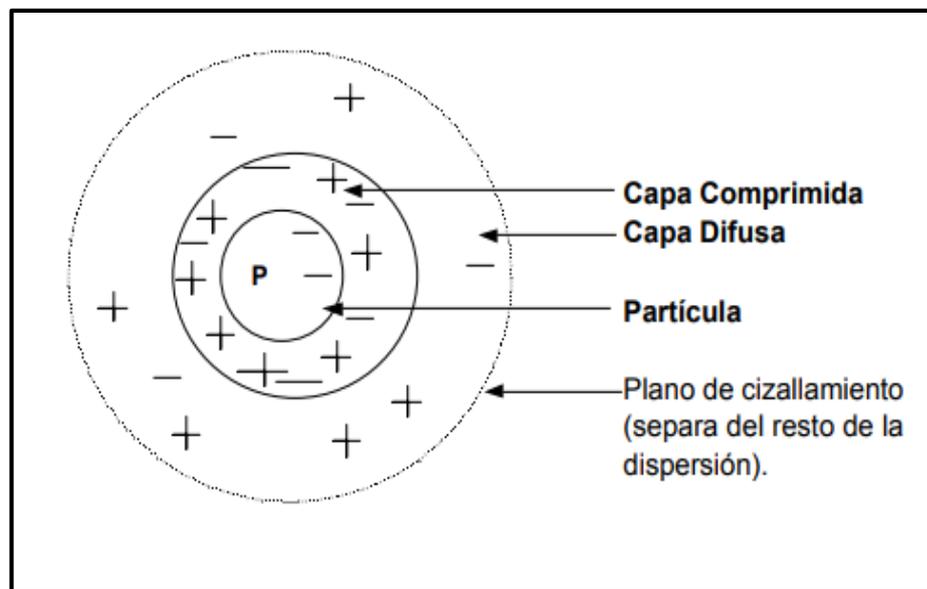
#### **1.3.7 Partículas en suspensión**

Las partículas en suspensión de una fuente de agua superficial, es originada de suelos erosionados, de algunas sustancias minerales, de la descomposición de materia orgánica así también puede provenir de algunas descargas de desagüe doméstico, de industrias aledañas a los cuerpos de agua o de partículas de materia inorgánica como por ejemplo arcillas (Andia, 2000, p.6).

### 1.3.8 Partículas coloidales

Las partículas coloidales en el agua es uno de los problemas más complicados en cuando a su decantación en el tratamiento de agua, estas se caracterizan por ser de dos tipos hidrófilicos (por tener una afinidad por el agua) e hidrófobos (por tener rechazo al agua), los coloides son causantes de la turbiedad y el color de las aguas, es por ello su principal atención en estos para su remoción. (Aguilar *et al.*, 2012).

Las partículas coloidales poseen casi siempre iones negativos, las llamadas cargas primarias atraen a los iones positivos de las cargas del agua, estos se adhieren fuertes a las partículas y a la vez atraen iones negativos con algunos iones positivos (Figura 2).



Fuente: Andía, Y., 2000.

**Figura 2.** Doble capa de una partícula coloidal

#### **Factores de Estabilidad e Inestabilidad**

Las partículas coloidales son sometidas a dos fuerzas:

- Fuerza de atracción de Van der Waals.- son fuerzas de atracción el cual se produce por el movimiento de las partículas.
- Fuerza de repulsión electrostática: son fuerzas que hacen que las dos cargas iguales se repelen, evitando que se puedan juntar o aglomerar.

## **Tipos de coagulantes:**

### **Coagulantes Sintéticos**

Son compuesto de origen sintético producido mediante reacciones químicas de carbón y petróleo, que al ser agregados el agua producen reacción química al desestabilizar la carga de la partícula coloidal rompiendo así la fuerza de repulsión logrando su aglomeración. Para la formación de los floculos. Siendo el más utilizado en el tratamiento de agua el sulfato de Aluminio, una de las principales desventajas de este coagulante en la carga residual de aluminio que deja en el lodos. Causando contaminación ya que estos lodos no son tratados para su reutilización o disminución de aluminio (Andía, 2000, p.14).

### **Principales coagulantes sintéticos usados en el tratamiento de agua:**

- **Sales de aluminio**

Dentro de las sales que más se usan están el sulfato de aluminio, sulfato de aluminio amoniacal y sulfato de sodio; de estos el que es más utilizado para el tratamiento de aguas es el sulfato de aluminio también conocido como alumbre, incorporado para la desestabilización de las cargas coloidales. Pero trae consigo problemas ambientales al ser utilizado debido a los lodos residuales con contenidos de aluminio (Lorenzo, 2006, p.13).

- **Sales de hierro**

Son utilizados el cloruro férrico, el sulfato ferroso, sulfato férrico, estos forman un floculos más pesado y por ende tiene una mayor velocidad de decantación de las partículas, el sulfato ferroso es el más utilizado en las plantas de tratamiento de agua potables, algunas veces se utiliza en combinación con cal, para aguas demasiado turbias alcalinas con PH 8 (Cabrera, *et al.*, 2014).

- **Polielectrolitos**

Son polímeros orgánicos compuestos de alto peso molecular usados como un ayudante en la coagulación, su principal función es reunir o integrar macropartículas en floculos para su posterior decantación.

### **Clasificación de los polielectrolitos utilizados:**

**Polielectrolitos Catiónicos.**- tienen cargas y cadenas positivas, capaces de remover partículas con carga negativa incluso a PH bajos.

**Polielectrolitos Aniónicos.**- estas poseen cargas negativas, remueven partículas

con carga positiva, teniendo una mayor eficiencia con PH elevados.

**Polímeros No Iónicos.**- son poliacrilamidas son neutrales al entrar en contacto con los iones positivos y negativos, estos poseen el mismo efecto que los coagulantes ya mencionados.

### **Coagulantes Naturales**

Los polímeros naturales son aquellos que han sido elaborados a partir de reacciones bioquímicas naturales de plantas y animales, han sido estudiados y utilizados como una alternativa facilitando la aglomeración de las partículas suspendidas en el agua, llegando incluso a tener una mayor eficiencia de remoción que los coagulantes sintéticos, además de poseer debido a su naturaleza ciertas características de degradabilidad, convirtiéndose en buenas alternativas desde un punto de vista ambiental así mismo por ser también económico y abundante para el tratamiento de aguas. (Guzmán, *et al.*, 2013)

### **Coagulantes naturales estudiados para reducir turbidez de las aguas:**

En la Tabla 1, se muestra algunos ejemplos de coagulantes naturales que pueden ser utilizados por sus propiedades como coagulantes o floculantes en el tratamiento de aguas para la reducción de sólidos coloidales.

**Tabla 1.** Coagulantes naturales que tienen propiedades de ser coagulantes o floculantes.

Coagulante natural	Material vegetal	Parte de donde se obtiene
Alginato de sodio	Algas pardas marinas	Toda la planta
Goma de tuna	Tuna o nopal	Hojas o pencas
Almidones solubles en agua fría	Maíz, papa, yuca, trigo, etc.	Grano o tubérculo
Goma de semilla de nirmali	Nirmali	Semillas
Pulpa de algarrobo	Algarrobo	Corteza del árbol
Carboximetil celulosa	Arboles	Corteza del árbol
Goma de guar	Planta de guar	Semillas

Fuente: Guzmán *et al.*, 2013.

### **Ventajas del uso de los coagulantes naturales:**

- Reducción del uso de coagulantes sintéticos.
- Reducción en el volumen de lodos sedimentados
- Incremento en la remoción de microorganismos presentes en el agua
- Mayor eficiencia en la decantación de los sólidos suspendidos
- Desde el punto de vista ambiental disminuye la contaminación por los lodos residuales.
- Disminución de costos al ser más accesibles económicamente hablando.

### **1.3.9 Prueba de jarras “JAR- TEST”**

El equipo de la prueba de jarras está compuesto por seis ejes giratorios, con un motor que hace que los ejes giren de manera simultánea, el equipo te permite regular la velocidad y el tiempo. Esta prueba permite determinar una dosis óptima, tiempo de retención y una velocidad optima que permita tener una buena mezcla durante la coagulación y un buen contacto de las partículas para la floculación (Cerón, 2016, p. 75).

#### **Eficiencia de remoción**

La eficiencia de remoción ayudara a tener los porcentajes que han sido removidos de los contaminantes, para lo cual se deberá utilizar la ecuación (1), que fue utilizada por ALVAREZ, Tania (2016).

$$\% \text{ de remoción} = \frac{(cantidad\ inicial)-(cantidad\ final)}{(cantidad\ inicial)} * 100 \quad (1)$$

### **TAMARINDO (*Tamarindus Indica*)**

Es un árbol de gran tamaño, familia de las leguminosas, autóctono de las sabanas secas de África tropical encontrándose mayormente en la India. Este árbol ha sido extendido en regiones tropicales como subtropicales, llegando al norte de América del Sur, en el Perú lo podemos encontrar en Piura y la Selva Amazónica. El árbol puede llegar a medir 30 metros y el tronco de 1.5 a 2 metros de diámetro. Los frutos se encuentran en las vainas de donde se pueden obtener entre 5 a 10 semillas (Figura 3), estas tienen la una forma ovalada duras de un color rojo a marrón oscuro no tienen endospermo como reserva nutritiva, están compuestas

por dos cotiledones, su contenido brinda almidón, proteína y aceite, el fruto del tamarindo es utilizado como insumo en la cocina para la preparación de diversos platos así también para realizar dulces, debido a sus propiedades lo utilizan para la medicina tradicional o llamada natural. (Silva y Lucatero, 2005).



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.** Imagen del fruto o vaina de tamarindo

### **Taxonomía**

En la Tabla 2, se muestra la taxonomía del tamarindo identificándose en ella la especie y genero a la que pertenecen.

**Tabla 2.** Taxonomía del tamarindo (*Tamarindus Indica L.*)

Nombre Común	Tamarindo
Especie	Indica
Genero	Tamarindus
Familia	Leguminosae
Orden	Rosales
Clase	Angiospermae
Sub clase	Dicotiledóneas
Sub división	Spermatophytina
División	Tracheophyta

Fuente: Silva y Lucatero, 2005.

### **Usos de la semilla de tamarindo**

La semilla de tamarindo (Figura 4) tiene usos en la industria de alimentos, utilizada como estabilizante de productos como el queso, helado, mayonesa, esto

debido a la sustancia gelificante que contiene la pectina. Está siendo comercialmente usada como un aditivo para mejorar la viscosidad y textura de alimentos que son procesados como los ya mencionados entre otros (Paéz, *et al.*, 2016).



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 4.** imagen de la semilla de tamarindo con cascara a la izquierda y a la derecha el endospermo de la semilla de tamarindo sin cascara.

#### **Caracterización de las propiedades de la semilla de tamarindo.**

Dentro de la composición química la semilla destaca por tener una mayor cantidad de carbohidratos (57.1%), proteínas (13.3%) y agua (11.3%) como se muestra en la Tabla 3.

Pero destacan también los aminoácidos como el ácido glutámico y el ácido aspártico, estos compuestos son importantes debido a que serían los responsables de la coagulación. (Campos, *et al.*, 2003)

**Tabla 3.** Composición química de la semilla de tamarindo.

<b>Compuesto</b>		<b>Semilla de tamarindo</b>
Agua (%)		11.30%
Proteína (%)		13.30%
Lípidos (%)		5.40%
Carbohidratos (%)		57.10%
Ceniza (%)		4.10%
Fibra Cruda		8.80%
Aminoácidos contenidos en el 13% de proteínas	Ácido glutámico	18.00%
	Ácido aspártico	11.6 %
	Glicina	9.10%
	Leucina	8.20%
	Metionina, treonina, valina, cisteina	53.10%

Fuente: Vásquez *et al.*, 1999.

## **1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1 Problema General**

- ✓ ¿El uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo logrará reducir sólidos coloidales medidos en turbidez del agua del río Lurín?

### **1.4.2 Problema Específico**

- ✓ ¿Cuál es la dosis óptima del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo que logre una mayor reducción de sólidos coloidales medidos en turbidez de las aguas del río Lurín?
- ✓ ¿Cuál es el nivel de reducción de los sólidos coloidales medidos en turbidez en el agua tratada con coagulante extraído de la semilla de tamarindo?

## **1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

Se realiza el presente proyecto de investigación debido a la necesidad de poder comprobar que el coagulante extraído de la semilla de tamarindo puede reducir turbidez para el proceso de coagulación- floculación y sugerir como una alternativa ambientalmente inofensiva que pueda ser utilizado como coagulante natural para el tratamiento de potabilización del agua, así ir desplazando los polímeros sintéticos usados actualmente para los tratamientos de agua como el sulfato de aluminio, el cual no solo tiene efectos negativos para el medio ambiente sino también existe investigaciones que relacionan las concentraciones de aluminio en el agua de consumo humano con enfermedades degenerativas del sistema nervioso. Es por ello que es importante valorar coagulantes que sean tan efectivos en la remoción de turbidez, que sean inocuos con el medio ambiente y la salud, en este sentido los coagulantes naturales son una opción viable por el bajo costo y al resultar amigable con el medio ambiente debido que su alta degradabilidad, lo que lo hace aún más atractivo para las futuras investigaciones. El aporte que se obtendría sería el reaprovechamiento de la semilla de tamarindo para utilizarlo como coagulante natural para reducir turbidez de las aguas de río Lurín.

## **1.6 HIPÓTESIS**

### **1.6.1 Hipótesis General**

- ✓ Ha: El uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo ayuda a reducir sólidos coloidales medidos en turbidez del agua del río Lurín.
  
- ✓ Ho: El uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo no ayuda a reducir sólidos coloidales medidos en turbidez del agua del río Lurín.

### **1.6.2 Hipótesis Específica**

#### Hipótesis 1

- ✓ Ha: La dosis óptima del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo es de 100 mg/L con el cual se logró una mayor reducción de sólidos coloidales medidos en turbidez.

#### Hipótesis 2

- ✓ Ha: El nivel de reducción de los sólidos coloidales medidos en turbidez en el agua tratada con el coagulante extraído de la semilla de tamarindo alcanza valores mayores a 83%.

## **1.7 OBJETIVOS**

### **1.7.1 Objetivo General:**

- ✓ Evaluar el uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo para reducir sólidos coloidales medidos en turbidez de las aguas del río Lurín.

### **1.7.2 Objetivos Específicos:**

- ✓ Determinar la dosis óptima del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo que logre una mayor reducción de sólidos coloidales medidos en turbidez del agua del río Lurín.
  
- ✓ Determinar el nivel de reducción de los sólidos coloidales medidos en turbidez en el agua tratada con el coagulante extraído de la semilla de tamarindo.

## **II MÉTODO**

### **2.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

#### **- Enfoque de investigación:**

Estudio cuantitativo, ya que se realizara mediciones antes y después de aplicar el coagulante natural, utiliza la metodología analítica y sirve con pruebas estadísticas para el análisis de datos.

#### **-Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es de tipo experimental debido a que se manipulara las variables para obtener resultados para describirlos.

#### **-Tipo de investigación**

Es una investigación de tipo aplicada, debido a que se conoce el problema y en función a eso se busca resolverla objetivamente.

## 2.2 VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

Tabla 4. Matriz de Consistencia.

	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
GENERAL	¿El uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo lograra reducir solidos coloidales medidos en turbidez del agua del rio Lurín?	Evaluar el uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo para reducir solidos coloidales medidos en turbidez de las aguas del rio Lurín.	El uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo ayuda a reducir sólidos coloidales medidos en turbidez del agua del rio Lurín	Tipo de investigación: Aplicativo Diseño de investigación: Se realizara una investigación experimental Población: Las aguas del rio Lurín Muestra: Se realizara la parte experimental con un volumen de 18 litros de agua del rio Lurín
ESPECÍFICO	¿Cuál es la dosis optima del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo que logre una mayor reducción de solidos coloidales medidos en turbidez de las aguas del rio Lurín?	Determinar la dosis óptima del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo que logre una mayor reducción de solidos coloidales medidos en turbidez del agua del rio Lurín.	La dosis óptima del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo es de 100 mg/L, con el cual se logró una mayor reducción de solidos coloidales medidos en turbidez.	
	¿Cuál es el nivel de reducción de los sólidos coloidales medidos en turbidez en el agua tratada con el coagulante extraido de la semilla de tamarindo?	Determinar el nivel de reducción de sólidos coloidales medidos en turbidez en el agua tratada con el coagulante extraído de la semilla de tamarindo.	El nivel de reducción de los sólidos coloidales medidos en turbidez en el agua tratada con el coagulante extraído de la semilla de tamarindo alcanzo valores mayores a 85%.	

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.** Matriz de Operacionalización.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
VI: Uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo	La semilla de tamarindo posee una acción coagulante la misma se encarga de la neutralización de las cargas de los sólidos coloidales, su aplicación es beneficiosa ya que se puede reaprovechar para este uso así mismo el lodo residual que genera es biodegradable (Silva y Lucatero, 2005).	El uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo será de acuerdo a la composición química así mismo realizara mediante distintas dosis o concentraciones.	Propiedades de la semilla de tamarindo	Humedad	%
				Calcio	
				Proteínas	
				Densidad	
				Fibra	
			Dosis del coagulante	40	mg/L
				60	
				80	
				100	
				120	
V.D: Reducción de Sólidos Coloidales de las aguas provenientes del río Lurín.	Según Moscoso (2015) Es la acción de eliminar toda materia orgánica e inorgánica que se encuentra en suspensión en el agua, para que no ocasione problemas de salud.	Para la reducción de sólidos coloidales de las aguas del río Lurín será evaluado mediante el parámetro de turbidez antes y después del tratamiento	Propiedades Físicas	Temperatura	°C
				Turbidez	UNT
			Propiedades Químicas	DBO	mg/L
				DQO	mg/L
				pH	Unidad de pH

Fuente: Elaboración propia.

## 2.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

### 2.3.1 Población

La población de donde se sacara las muestras de agua, serán del río Lurín, en el distrito de Lurín, Provincia de Lima en el Departamento de Lima.

### 2.3.2 Muestra

La muestra para realizar la parte experimental fue tomada del río Lurín, una cantidad de 18 litros de agua, las cuales fueron para el análisis en el laboratorio con las pruebas de jarras y 1 litro por requerimiento del laboratorio SAG, para el análisis de los parámetros DQO y QBO inicial.

### 2.3.3 Muestreo

Se utilizó el tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia.

## 2.4 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD.

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

**Tabla 6.** Etapas de estudio.

Etapa	Fuente	Técnica	Instrumento	Resultado
Obtención del coagulante extraído de la semilla de tamarindo	Álvarez, T (2016)	Observación	Registro de caracterización del polvo extraído de la semilla de tamarindo	Polvo extraído de la semilla de tamarindo
Toma de muestras de agua del río Lurín	Río Lurín, distrito de Lurín, Provincia de Lima: Coordenadas UTM 0293903E 8444778N		Cadena de custodio, formato para recolectar datos In Situ, GPS.	Cantidad de muestra de agua tomada de 18 litros.

Aplicación del coagulante extraído de la semilla de tamarindo en 6 concentraciones diferentes	Álvarez, T (2016) Prueba de jarras "Jar Test"	Observación	Ficha de toma de datos para análisis antes y después del tratamiento.	Reducción de sólidos coloidales, medidos en turbidez
---	---	-------------	---	--

Fuente: Elaboración propia.

#### **2.4.2 Validez y Confiabilidad.**

La validación de los instrumentos que serán utilizados durante el proceso de mi investigación fue evaluada y aprobados por 3 profesionales colegiados y con conocimiento en el tema para que se cumpla con los requisitos.

#### **2.5 MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS**

Para el análisis y procesamiento de la información se utilizara el programa estadística SPSS (Statistical Package for the Social Science), ANOVA, para un factor.

Programa de Microsoft Excel: Aquí se pondrán toda la información recogida a través de los formatos ya estipulados, se podrá sacar los totales y los promedios de dichos valores.

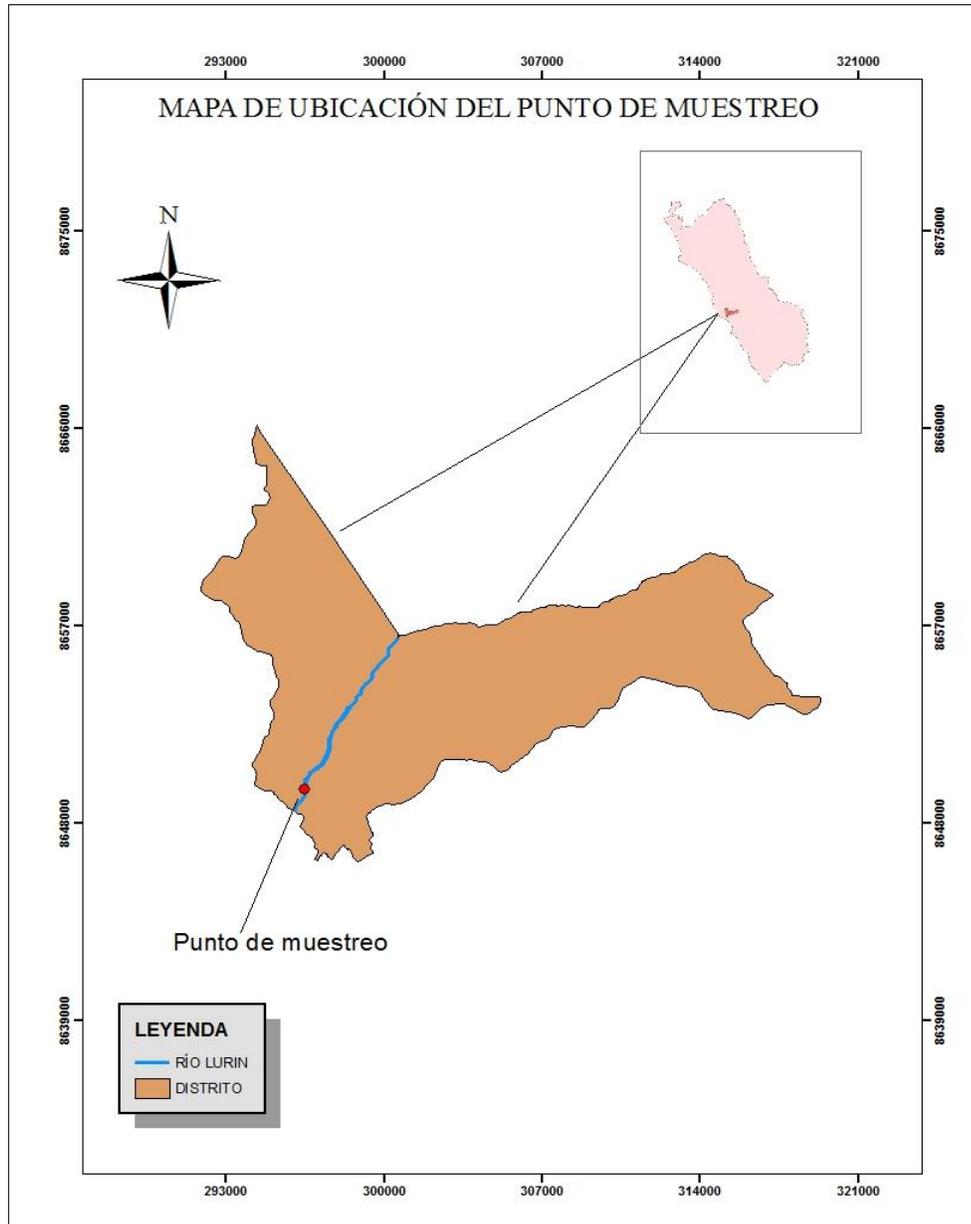
#### **2.6 ASPECTOS ÉTICOS**

La siguiente información presentada en este proyecto de investigación ha sido recogida en forma legal, basada en antecedentes de distintos autores con datos reales y veraces.

En este trabajo de investigación el autor se responsabiliza en acatar la autenticidad de la investigación respetando la ética y moral.

### Localización del área.

La zona referencial es AA.HH San Antonio, ubicado en la ribera del río, en el distrito de Lurín. Cabe resaltar que las muestras fueron sacadas en el mes de junio observándose poco caudal, en la siguiente Figura 5, se muestra el mapa de ubicación donde se sacó las muestras de agua.

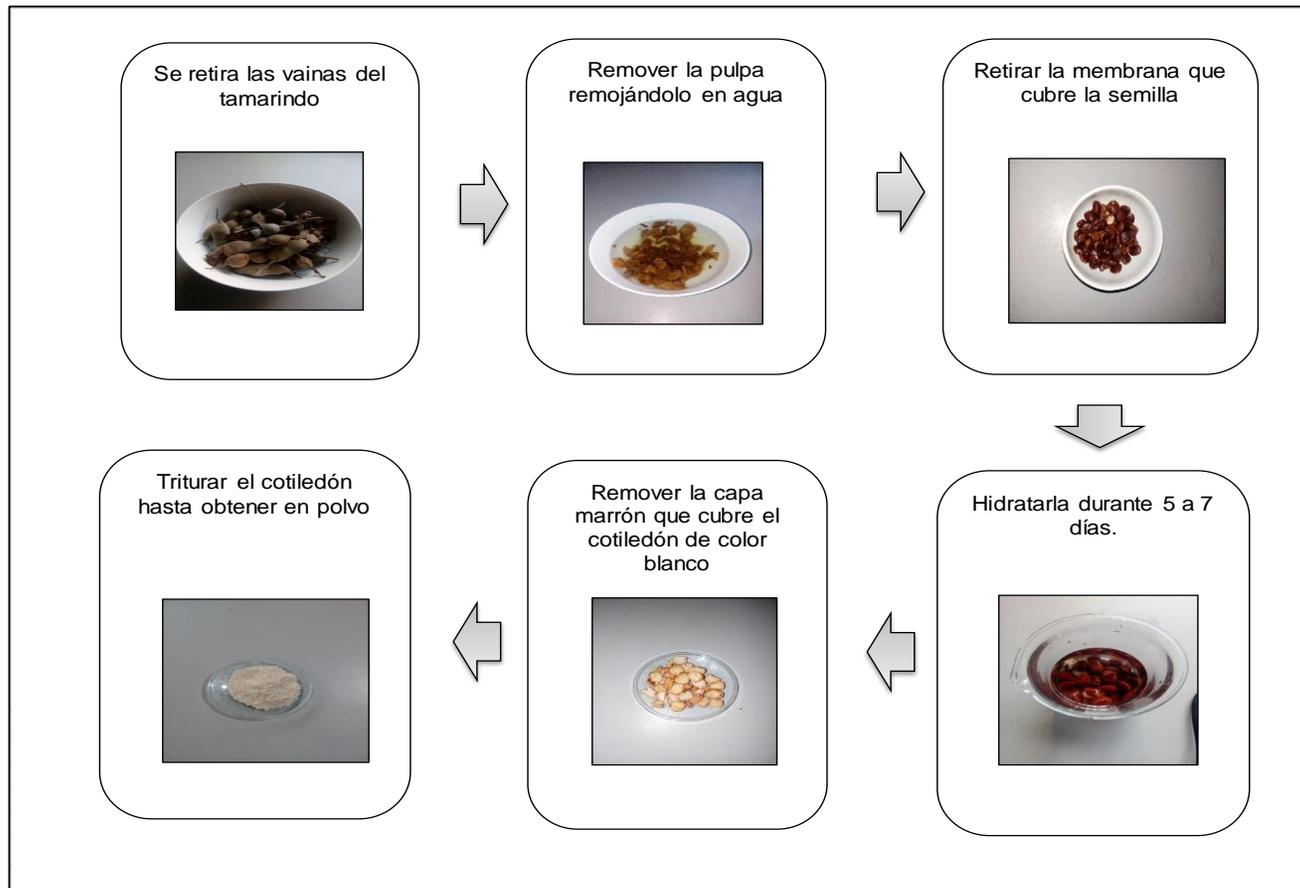


Fuente: Elaboración propia.

**Figura 5.** Mapa de ubicación de muestreo.

### Procedimiento para obtener el coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo.

Dentro de la obtención del coagulante es importante mencionar que se siguió el procedimiento realizado por Álvarez, T. (2016) en su estudio realizado con semilla de tamarindo, los cuales están descritos en las **Figura 6**.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 6.** Procedimiento para obtener el polvo extraído de la semilla de tamarindo

### III RESULTADOS

#### 3.1 Parámetros tomados antes del tratamiento:

Los datos obtenidos fueron del laboratorio SAG, donde se envió la muestra de agua del río Lurín para ser analizado, siendo los resultados los siguientes:

Cabe recalcar que las muestras fueron tomadas en el mes de junio, presentando el río Lurín un caudal bajo.

**Tabla 7.** Parámetros químicos iniciales del agua del río Lurín.

Parámetros Iniciales del agua del río Lurín		
	DQO	DBO <sub>5</sub>
Unidades	O <sub>2</sub> mg/L	mg/L
	91.88	33.83

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8.** Parámetros iniciales del agua del río Lurín tomados In Situ.

Parámetros Iniciales del agua del río Lurín		
	pH	Temperatura
Unidades	Und.	°C
	7.8	24.8

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 9.** Parámetros iniciales del agua del río Lurín analizados en laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte.

Parámetros Iniciales del agua del río Lurín			
	pH	Temperatura	Turbidez
Unidades	Und.	°C	NTU
	7.8	24.8	90.5

Fuente: Elaboración propia.

En las Tablas 7, 8 y 9 se pueden observar los resultados iniciales del agua del río Lurín las mismas que se serán comparadas después del tratamiento con el

coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo.

### 3.2 Molienda y Tamizado del polvo extraído de la semilla de tamarindo.

Una vez pasada el procedimiento mencionado en la figura 6, se procede a retirar la capa marrón que cubre la semilla de tamarindo, luego se tritura con un mortero y finalmente se tamiza manualmente a un tamaño de 180  $\mu\text{m}$ , se realizó el procedimiento recolectando las semillas de una dulcería el cual utiliza el tamarindo como parte de sus procesos de repostería, se trabajó con 60 semillas enteras, las cuales se obtuvieron su balance de masa.

**Tabla 10.** Balance de masa por trituración y tamizado del polvo extraído de la semilla de tamarindo.

	Trituración	Tamizado
Ingreso (gr)	11.65	10.05
Salida (gr)	10.05	7.85
Pérdida (%)	13.8	21.9

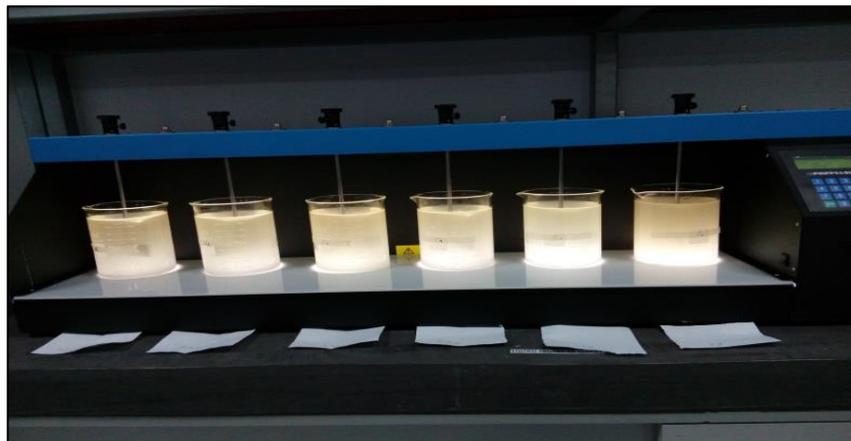
Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 10, se puede apreciar que en el proceso de trituración de la semilla de tamarindo se pierde 13.8% de la masa y al realizar el tamizado utilizando una malla de 180  $\mu\text{m}$  se perdió 21.9 %, obteniendo al final para proceder a realizar los procedimientos en el test de jarras un polvo tamizado de 7.85 gramos.

### 3.3 Preparación para realizar la prueba de jarras

La prueba de jarras es el método más utilizado en escala de laboratorio para la simulación del proceso de coagulación – floculación y en la obtención de la dosis óptima como se muestra en la Figura 7, a continuación se siguieron estos pasos:

- ✓ Para este procedimiento se utilizaron seis jarras de capacidad de 1 litro.
- ✓ Se procedió a agregar cada concentración ya pesada en la balanza analítica a cada jarra de 1 litro.
- ✓ Se ajustó la velocidad rápida de las paletas a 100 RPM con un tiempo de 10 minutos.
- ✓ La velocidad lenta de 40 RPM con un tiempo de 20 minutos.
- ✓ El tiempo de sedimentación para los floc en un tiempo de 30 minutos
- ✓ Una vez culminado el procedimiento para cada repetición se tomaron los parámetros de turbidez y pH.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 7.** Imagen del test de jarras.

### 3.4 Pruebas de la dosis del coagulante en polvo extraído de la semilla de tamarindo.

En la Tabla 11 se encuentra los resultados obtenidos en laboratorio antes y después del tratamiento utilizando el polvo extraído de la semilla de tamarindo, para lo cual se utilizaron dosis de 40, 60, 80, 100, 120 y 140 mg/L.

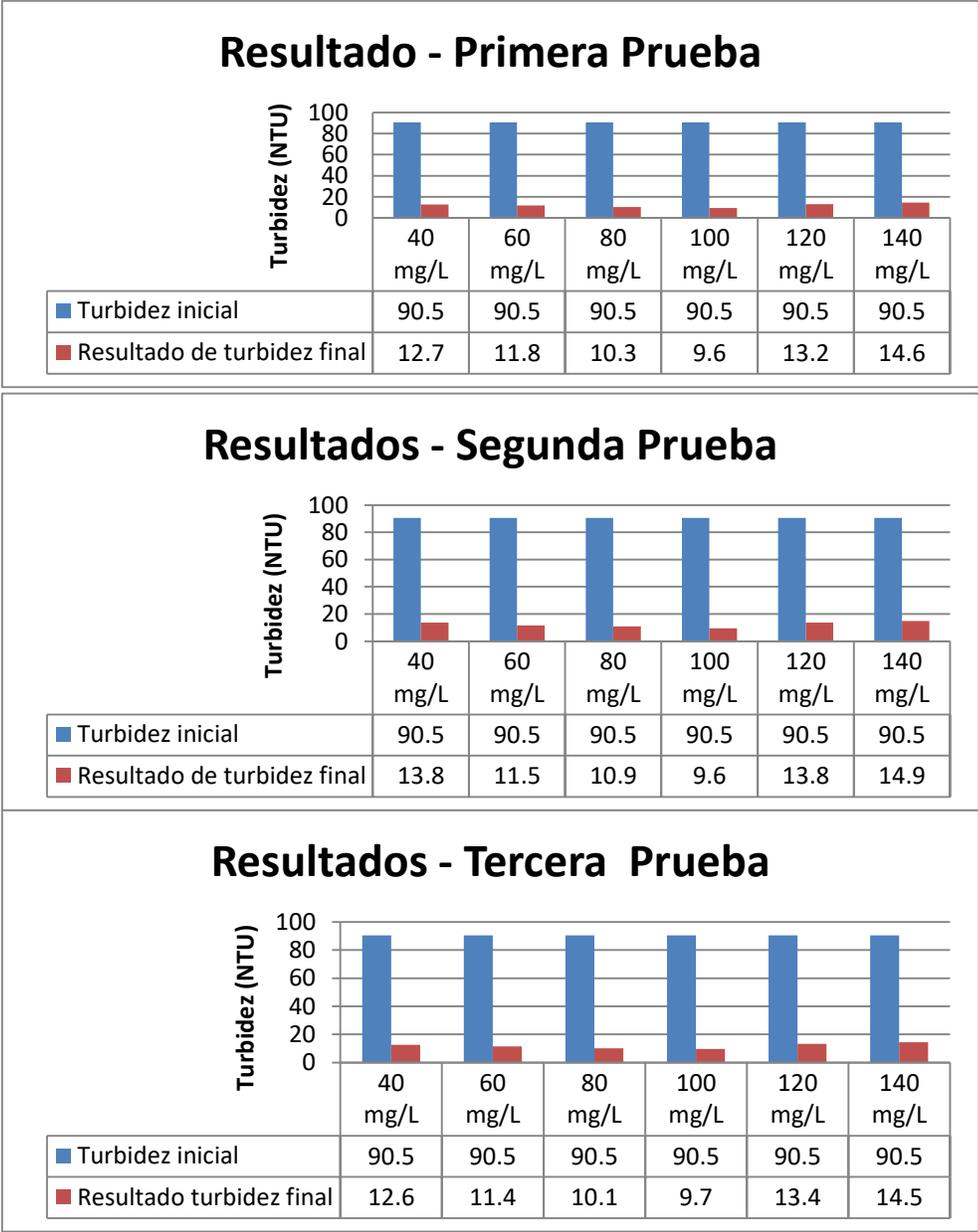
**Tabla 11.** Pruebas con el coagulante extraído de la semilla de tamarindo.

Procedimiento de coagulación y floculación			pH final	Turbiedad inicial (NTU)	Turbiedad final (NTU)
Pruebas	N° de Jarras	Concentración del coagulante natural (mg/L)			
Primera	1	40	7.8	90.5	12.7
	2	60	7.6	90.5	11.8
	3	80	7.7	90.5	10.3
	4	100	7.6	90.5	9.6
	5	120	7.9	90.5	13.2
	6	140	7.8	90.5	14.6
Segunda	1	40	7.8	90.5	13.8
	2	60	7.7	90.5	11.5
	3	80	7.6	90.5	10.9
	4	100	7.6	90.5	9.6
	5	120	7.8	90.5	13.8
	6	140	7.8	90.5	14.9
Tercera	1	40	7.7	90.5	12.6
	2	60	7.6	90.5	11.4
	3	80	7.8	90.5	10.1
	4	100	7.6	90.5	9.7
	5	120	7.8	90.5	13.4
	6	140	7.9	90.5	14.5

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en cuanto a la turbidez, se puede apreciar que la dosis óptima es la de 100 mg/L, dado que en las 3 pruebas es el que más reduce la turbidez; en cuanto al pH no varía mucho utilizando el coagulante natural, por ende este parámetro no es alterado en mayor significancia. (Tabla 11).

En la Figura 8, se puede observar los valores del resultado obtenidos en la primera, segunda y tercera prueba en cuanto a la turbidez inicial – final y concentración del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo. Donde se puede concluir como se observa en los gráficos en las tres pruebas la concentración que mejor efectividad en cuanto a reducción de la turbidez es la de 100 mg/L para las 3 pruebas realizadas.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 8.** Comparación de turbidez inicial – final, de las 3 pruebas.

En la Tabla 12, se puede observar los resultados agrupados por concentraciones realizadas en las 3 pruebas de jarras, así como el porcentaje de reducción que se obtuvo con cada concentración de polvo extraído de la semilla de tamarindo.

**Tabla 12.** Porcentaje de reducción de turbidez después del tratamiento por cada concentración.

Dosis (mg/l)	Turbidez inicial (NTU)	Turbidez final (NTU)	Turbidez reducido (NTU)	% de reducción
40	90.5	12.7	77.8	85.9
40	90.5	13.8	76.7	84.7
40	90.5	12.6	77.9	86
60	90.5	11.8	78.7	86.9
60	90.5	11.5	79	87.2
60	90.5	11.4	79.1	87.4
80	90.5	10.3	80.2	88.6
80	90.5	10.9	79.6	87.9
80	90.5	10.1	80.4	88.8
100	90.5	9.6	80.9	89.4
100	90.5	9.6	80.9	89.4
100	90.5	9.7	80.8	89.2
120	90.5	13.2	77.3	85.4
120	90.5	13.8	76.7	84.7
120	90.5	13.4	77.1	85.1
140	90.5	14.6	75.9	83.8
140	90.5	14.9	75.6	83.5
140	90.5	14.5	76	83.9

Fuente: Elaboración propia.

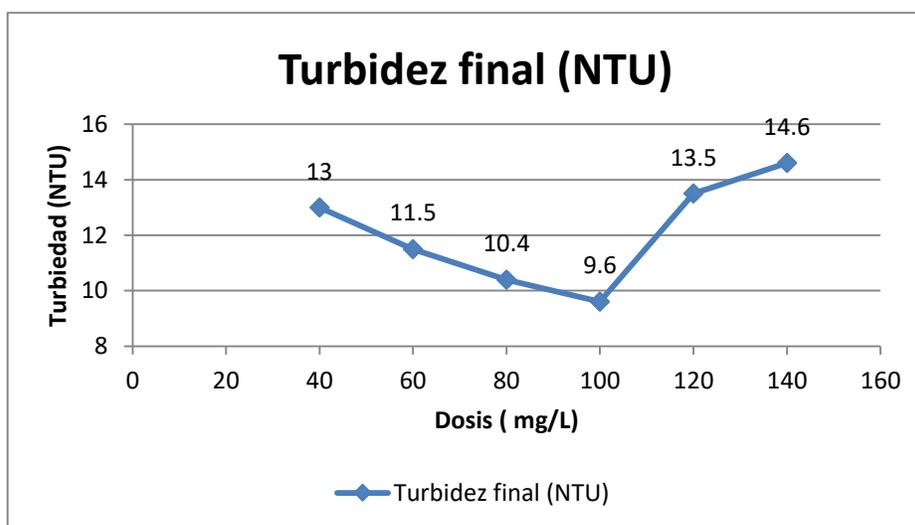
En la Tabla 13 se presenta los porcentajes de reducción de turbidez con las seis concentraciones del coagulante extraído de la semilla de tamarindo, evidenciando que al continuar incrementando la concentración del coagulante natural va disminuyendo en la reducción de turbidez, siendo esta una tendencia inversa.

**Tabla 13.** Prueba de jarras con promedio de las dosis, turbidez final y porcentaje de reducción

N° de jarra	Dosis (mg/L)	Turbidez final (NTU)	% de reducción
1	40	13	85.5
2	60	11.5	87.1
3	80	10.4	88.4
4	100	9.6	89.3
5	120	13.5	85
6	140	14.6	83.7

Fuente: Elaboración propia.

Se observa en la Figura 9 con una dosis de 100 mg/L del polvo extraído de la semilla de tamarindo se logró una reducción de 9.6 NTU de turbidez siendo esta el máximo valor de reducción.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 9.** Prueba de jarras con promedio de las dosis del coagulante extraído de la semilla de tamarindo y turbidez final.

**Tabla 14.** Resultados del parámetro de demanda química de oxígeno, después del tratamiento del coagulante extraído de la semilla de tamarindo.

N° de Prueba	Dosis Óptima de la semilla de tamarindo (mg/L)	DQO inicial	DQO final	% de Reducción
1	100	91.88	30.27	67.05
2	100		27.54	70.02
3	100		28.59	68.80

Fuente: Elaboración propia.

De las 3 pruebas realizadas se tomó para el análisis final del parámetro de DQO, la jarra que obtuvo la dosis óptima, para este caso se utilizaron la de concentración de 100mg/L, se puede observar en la Tabla 14, hubo una reducción para este parámetro de 68.6 % en promedio.

**Tabla 15.** Resultados del parámetro de demanda bioquímica de oxígeno, después del tratamiento del coagulante extraído de la semilla de tamarindo.

N° de Prueba	Dosis Optima de la semilla de tamarindo (mg/L)	DBO <sub>5</sub> inicial	DBO <sub>5</sub> final	% de Reducción
1	100	33.83	13.75	59.35
2	100		12.74	62.34
3	100		15.20	55.06

Fuente: Elaboración propia.

De las 3 pruebas realizadas se tomó para el análisis final del parámetro de DBO, la jarra que obtuvo la dosis óptima, para este caso se utilizaron la de concentración de 100mg/L, se puede observar en la Tabla 15, hubo una reducción para este parámetro de 58.9 % en promedio.

## Prueba estadística con ANOVA

Se utilizó la prueba estadística ANOVA de un factor, donde compara las medias de la variable dependiente entre los grupos o categorías de la variable independiente.

**Tabla 16.** Medias de la reducción de turbidez para cada tratamiento.

	N	Media	Desviación estándar	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
Polvo de semilla de tamarindo 40 mg/l	3	77,4667	,66583	,38442	75,8126	79,1207
Polvo de semilla de tamarindo 60 mg/l	3	78,9333	,20817	,12019	78,4162	79,4504
Polvo de semilla de tamarindo 80 mg/l	3	79,7333	,98658	,56960	77,2825	82,1841
Polvo de semilla de tamarindo 100 mg/l	3	80,8667	,05774	,03333	80,7232	81,0101
Polvo de semilla de tamarindo 120 mg/l	3	77,0333	,30551	,17638	76,2744	77,7922
Polvo de semilla de tamarindo 140 mg/l	3	75,8333	,20817	,12019	75,3162	76,3504
Total	18	78,3111	1,80649	,42579	77,4128	79,2095

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tercera columna de la Tabla 16, en las medias de la reducción de turbidez para cada concentración o dosis utilizada, se puede observar que a medida que se va incrementando la dosis aumenta la media de reducción de turbidez hasta la concentración de 100 mg/l, ya que en las 2 siguientes dosis se reduce la media de reducción de turbidez.

**Tabla 17.** Prueba de relación entre las dos variables**ANOVA**

Reducción de turbidez de agua de río Lurín

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	52,278	5	10,456	39,208	,000
Dentro de grupos	3,200	12	,267		
Total	55,478	17			

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 17, se puede observar que el valor de F es de 39,208 y la significación es de 0,000; al ser la significación menor a 0.05 quiere decir que hay relación entre las dos variables y por lo tanto la diferencia de media de reducción de turbidez entre la concentración son significativas.

**Tabla 18.** Clasificación de los grupos

Reducción de turbidez de agua de río Lurín

Duncan<sup>a</sup>

GRUPO1	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Polvo de semilla de tamarindo 140 mg/l	3	75,8333			
Polvo de semilla de tamarindo 120 mg/l	3		77,0333		
Polvo de semilla de tamarindo 40 mg/l	3		77,4667		
Polvo de semilla de tamarindo 60 mg/l	3			78,9333	
Polvo de semilla de tamarindo 80 mg/l	3			79,7333	
Polvo de semilla de tamarindo 100 mg/l	3				80,8667
Sig.		1,000	,324	,082	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 18, indica la clasificación de los grupos basado este en el grado de parecido existente entre sus medias, como se puede apreciar en el subconjunto 2 están incluidos los grupos (polvo de semilla de tamarindo de 40 y 120 mg/l), cuyas medias no difieren significativamente. Así mismo se puede observar también que en el subconjunto 4 del grupo (polvo de semilla de tamarindo 100mg/l), fue la que mejores resultados se obtuvieron en cuanto a reducción de turbidez.

**Prueba de normalidad**

Para esta prueba de normalidad se determina un nivel de significancia del 5% (0.05)

Hipótesis nula ( $H_0$ ) : Los datos provienen de una distribución normal.

Hipótesis alterna ( $H_1$ ): Los datos no provienen de una distribución normal.

**Tabla 19.** Prueba de Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
PRUEBA CON SEMILLA DE TAMARINDO	,121	18	,200*	,928	18	,179

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 19 se muestra la prueba de normalidad realizada en el SPSS, donde nos muestra que se acepta la hipótesis nula, el cual nos indica que hay una distribución normal en los valores, puesto que la significancia es 0,179 es mayor a 0.05.

Cabe resaltar que para este caso se utiliza la prueba de Shapiro – Wilk para muestras menores a 30.

### **Comprobación de la hipótesis**

Para la realización de la prueba de hipótesis se realizó utilizando la prueba T para una muestra, esta es utilizada para variables independientes, para lo cual se comprobó que el uso del coagulante extraído de la semilla de tamarindo logro reducir solidos coloidales medidos en turbidez de las aguas del rio Lurín con niveles de reducción >85%.

Para este caso se utilizaron 18 datos obtenidos de las 3 repeticiones con seis concentraciones del polvo extraído de la semilla de tamarindo.

El criterio de confiabilidad es de 0.95, con un nivel de significancia de 0.05

Cuando el grado de significancia P es  $\geq 0.05$ , entonces la  $H_0$  se acepta.

Cuando el grado de significancia P < 0.05, entonces se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$ .

Hipótesis nula ( $H_0$ ) : “El uso del coagulante extraído de la semilla de tamarindo alcanza un nivel promedio de reducción en de turbidez de las aguas de rio Lurín < 85%”.

Hipótesis alterna ( $H_1$ ) : “El uso del coagulante extraído de la semilla de tamarindo alcanza un nivel promedio de reducción de turbidez de las aguas del rio Lurín > 85%”.

**Tabla 20.** Prueba de hipótesis para el polvo extraído de la semilla de tamarindo.

	Valor de prueba = 85					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
PRUEBA CON SEMILLA DE TAMARINDO	3,218	17	,005	1,54444	,5317	2,5572

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la Tabla 20, el grado de significancia es de 0.005, siendo este valor menor a 0.05, por lo que se concluye que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, la cual nos dice que el coagulante extraído de la semilla de tamarindo alcanza niveles promedio de reducción superiores a 85%.

#### IV DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- El polvo extraído de la semilla de tamarindo obtuvo un porcentaje de reducción mayor a 83%, sin ningún otro tipo de alteración en el polvo, es decir sin ninguna extracción de grasa la cual es parte de su propiedad. En el estudio de Campos *et al.* (2003), en el análisis que realizaron de probables componentes que favorecen a la coagulación llegaron a la conclusión que el ácido glutámico y aspártico tienen dentro de su estructura cargas negativas y positivas las cuales son causantes de desestabilizar las partículas coloidales.
- En el estudio realizado por Álvarez, T. (2016), realizó pruebas con dosis bajas de 40 - 70 mg/L obteniendo resultados en cuanto a reducción de turbidez de 70%, siendo este valor inferior al que en esta presente investigación se obtuvo, ya que se utilizó como referencia las mismas dosis obteniendo un porcentaje de remoción mayores a 83%, así mismo se logró alcanzar una remoción de turbidez de 89.3% utilizando una dosis de 100 mg/L.
- Los resultados obtenidos durante la prueba de jarras en la simulación del proceso de coagulación se obtuvieron resultados en cuanto a porcentaje de reducción de 83.7-89.3%, teniendo como dosis óptima la de 100mg/L es importante la realización de pruebas que nos ayude a determinar las dosis requeridas, ya que si se aumenta la dosis no siempre se tiene resultados favorables, como se demuestra cuando se aplicó dosis de 120 – 140 mg/L, pudo tonarse un comportamiento inverso en cuanto a la reducción de turbidez, como lo menciona Andia, Y. (2000). En que la calidad del agua puede verse afectada muchas veces por un exceso del coagulante en los procesos de coagulación y floculación.

## V CONCLUSIONES

- El uso del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo logro reducir los sólidos coloidales, medidos en el parámetro de turbidez en porcentajes de 83.7 – 89.3%; además se pudo comprobar que también pudo reducir los parámetros químicos de demanda química de oxígeno en un 68.6% y demanda bioquímica de oxígeno en un 58.9%.
- Los parámetros físicos y químicos de las aguas provenientes del rio Lurín analizado en el laboratorio de la universidad Cesar Vallejo Lima Norte presentaron valores de 90.5 NTU en turbidez, 91.88 mg/L de demanda química de oxígeno (DQO) y 33.82 mg/L de demanda bioquímica de oxígeno (DBO).
- La dosis óptima del coagulante extraído de la semilla de tamarindo; obtenida realizando la prueba de jarras fue de 100 mg/L, con la cual se obtuvo mejores resultados en cuanto a un mejor nivel de reducción de turbidez en un 89.3%.
- Se puede concluir que la utilización del coagulante natural extraído de la semilla de tamarindo es efectiva para reducir solidos coloidales, ya que se pudo comprobar en laboratorio con distintas concentraciones que se logra reducir turbidez y DQO.

## VI RECOMENDACIONES

- Debido al resultado obtenido del uso del coagulante extraído de la semilla de tamarindo se recomienda su utilización en el tratamiento primario de las aguas sin ningún tipo de modificación, puesto que se ha comprobado que es eficiente en la reducción de turbidez.
- Se recomienda la utilización de coagulante naturales como el que es extraído de la semilla de tamarindo, puesto que es reaprovechado, sus lodos generados son biodegradables, por su bajo costo y por ser inocuo con el medio ambiente y la salud humana.
- Los parámetros de pH y temperatura deben ser considerados para el tratamiento de aguas, puesto que el proceso de coagulación a menor temperatura del agua a tratar, necesitara de mayor demanda del coagulante.
- Se recomienda continuar estudiando el coagulante extraído de la semilla de tamarindo, puesto que aún no hay muchas investigaciones, además de otros nuevos coagulantes naturales que puedan ser reaprovechados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ✓ AGUILAR, M; SAEZ, J; LLORENS, M; SOLER, A y ORTUÑO, J. Nutrient removal and sludge production in the coagulation–flocculation process. *Water Research*. 36(11): 2910-2919, 2002.
- ✓ ANA. Plan Nacional de Recursos Hídricos del Perú. [En línea]. [Consulta 20 de octubre del 2017].  
Disponible en:  
<http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/plannacionalrecursosohidricos2013.pdf>
- ✓ ALVAREZ Suaso, Tania. Uso de la semilla de tamarindo (*tamarindus indica*) como coagulante orgánico en procesos de coagulación – floculación en el tratamiento de agua para potabilización. Tesis (Magister en Ciencias de Ingeniería Sanitaria). Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016, 139 p.
- ✓ ANDÍA, Y. Tratamiento de agua: coagulación y floculación. Documento técnico. Planta de Tratamiento de Agua Sedapal, Lima, 2000.
- ✓ ARBOLEDA, J. Teoría y Práctica de la Purificación del agua. 3<sup>a</sup>.ed. Colombia: Nomos S.A., 2000. 265p.
- ✓ CABRERA, Gabriela y Ramírez, Javier. Almidón extraído de la yuca (*Manihot Esculente Crantz*) como coagulante alternativo para el tratamiento de agua de la quebrada Yamuesquer Municipio de Potosí. Tesis (grado de Ingeniero). Colombia: Universidad de Nariño, 2014, 120p.
- ✓ CAMPOS, Jubisay, COLINA, Gilberto; FERNANDEZ, Nola; TORRES, Gabriel

y OJEDA, Graciela. Caracterización del agente coagulante activo de las semillas de Moringa Oleifera mediante HPLC. Venezuela: Universidad de Zulia, Boletín del centro de investigación. 37, (1): 35-43, 2003.

Disponible en:

<https://www.researchgate.net/publication/284704944> Caracterizacion del agente coagulante activo en las semillas de M oleifera mediante HPLC.

- ✓ CERÓN Pérez, Alexandra. Estudio para la determinación y dosificación óptima de coagulantes en el proceso de clarificación de aguas crudas en la potabilización de agua de la empresa EMPOOBANDO E.SP. Tesis (Grado de Ingeniera Química). Colombia: Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias exactas y Naturales, 2016. 114 p.
- ✓ Compuestos bioactivos y propiedades saludables del Tamarindo (*Tamarindus Indica L*), por Paéz Peñuñuri Maria [*Et al*]. Biotecnia [En línea]. 2016, 18 (1) [Fecha de consulta: 20 de octubre del 2017].  
Disponible en: <http://biotecnia.ojs.escire.net>.
- ✓ CHAMA Cabana, Jenni. Evaluación del Poder Coagulante del Almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y el Policloruro de Aluminio para la remoción de la Turbidez al ingreso de las aguas a la planta de tratamiento Samegua, Moquegua. Tesis (Grado de Ingeniero Ambiental). Perú - Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2016. 67p.
- ✓ CHULLUNCUY, Nadia. Tratamiento de agua para consumo humano. Revista Ingeniería Industrial, (29): 153-170, 2011.  
ISSN: 1025-9929.

- ✓ FERIA, Jhon; BERMUDEZ, Sixto y ESTRADA, Ana. Eficiencia de la semilla Moringa Oleífera como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú. 9(1): 9-22, 2014.
  
- ✓ GURDÍAN, Roger y COTO, Juana. Estudio Preliminar del uso de la semilla de tamarindo (*tamarindus indica*) en la coagulación-floculación de las aguas residuales. Tecnología en marcha, 24 (2); 18-26, 2010.
  
- ✓ GUZMÁN, Luis; VILLABONA, Ángel, TEJADA, Candelaria y GARCÍA, Rafael. Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: una revisión. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica. 16(1): 253-262, 2013. ISSN: 0123-4226
  
- ✓ Kelderman P; Kruis G. Laboratory Course Aquatic Chemistry and its Applications in Environmental Engineering. International Institute for Infrastructural, Hydraulic and Environmental Engineering, Holanda. 2001.
  
- ✓ LORENZO ACOSTA, Yaniris. Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, 2006, 40 (2): 10-17.
  
- ✓ MÁSMELA Roza, A y AGUILAR Cristancho, Nathaly. Evaluación del almidón de Manihot Esculente yuca) y Musa AAB Simmonds. (Plátano) en procesos de coagulación y floculación para el tratamiento de aguas residuales en la PTARD del parque agroindustrial de occidente – PAO. Tesis (Grado de Ingeniero Ambiental). Bogotá - Colombia: Universidad Abierta y a Distancia, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Medio Ambiente, 2017. 131 p.

Disponible en:

<https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/12023/1/>

1022947497.pdf

- ✓ MOSCOZO Barrios, Luis. Uso de Almidón de yuca como sustituto del Sulfato de Aluminio en el proceso de coagulación-floculación en el sistema de tratamiento de aguas para potabilización. Tesis (Maestro en Ingeniería Sanitaria). Guatemala: Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, 2015. 63 p.
  
- ✓ ONU. Objetivos del desarrollo del milenio. [En línea]. [Consulta 20 de agosto 2017].  
Disponible en:  
[http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water\\_and\\_sustainable\\_development.shtml](http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml)
  
- ✓ PÁEZ, L y PEÑA, S. Revista Matices Tecnológicas. Almidón de “Malanga” *Colocasia esculenta*, como ayudante de floculación en la potabilización del agua. 6 ta. ed. Colombia: 2015.  
ISSN 2027-4408.
  
- ✓ RONDÓN, Maylín, DIAZ, Yosvany; RODRIGUEZ, Susana; GUERRA, Beatriz; FERNANDEZ, Elina y TABIO, Danger. Empleo de semillas de Moringa oleífera en el tratamiento de residuales líquidos. Ingeniería Hidráulica y Ambiental, 38 (2): 87-101, mayo 2017.  
ISSN: 1815–591X.
  
- ✓ RODRIGUEZ, Juan; LUGO, Ismael; ROJAS, Pablo y MALAVER, Carlos. Evaluación del proceso de la coagulación para el diseño de una planta potabilizadora, Umbral científico [en línea].2007 Bogotá: Universidad Manuela Beltrán. N°11. [Fecha de consulta: 10 de noviembre del 2017].  
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30401102>  
ISSN: 1692-3375

- ✓ SOLÍS, R., Laimés, J., Hernández, J. (2012). Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales. *Revista Internacional Contaminación Ambiente*, 28(3): 229-236.

ISSN: 0188-4999

- ✓ TRUJILLO, Daniela; DUQUE, Luisa; ARCILA, Juan; PACHECO, Sebastián y HERRERA, Oscar. Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano. [En línea]. Programa de ingeniería ambiental. Universidad católica Manizales, Colombia. [Consulta: 15 de octubre 2017].

Disponible en:

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120100X2014000100003](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120100X2014000100003).

- ✓ VACA, Mabel; LOPEZ, Raymundo; FLORES, Julio; TERRES, Hilario y LIZARDI, Arturo. Aplicación del Nopal. (*Opuntia Ficus Indica*) como coagulante primario de Aguas Residuales. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales* [En línea].7(3) 6, 2014. [Consulta: 20 de octubre 2017].

Disponible en:

<http://www.revistas.unam.mx/index.php/aidis/article/view/46815/42201>

ISSN: 0718-378X

- ✓ VASQUEZ, Carlos; BATIS, Ana; ALCOCER, Maria; GUAL, Martha y SANCHES, Cristina. Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Reporte técnico – Instituto de ecología. México: 1999.

## ANEXOS

**Anexo 1.** Ficha de toma de datos para el análisis con el uso de coagulante.

Procedimiento de coagulación y floculación			pH final	Turbiedad inicial (NTU)	Turbiedad final (NTU)
Pruebas	Nº de Jarras	Concentración del coagulante natural (mg/L)			
Primera	1	40	7.8	90.5	12.7
	2	60	7.6	90.5	11.8
	3	80	7.7	90.5	10.3
	4	100	7.6	90.5	9.6
	5	120	7.9	90.5	13.2
	6	140	7.8	90.5	14.6
Segunda	1	40	7.8	90.5	13.8
	2	60	7.7	90.5	11.5
	3	80	7.6	90.5	10.9
	4	100	7.6	90.5	9.6
	5	120	7.8	90.5	13.8
	6	140	7.8	90.5	14.9
Tercera	1	40	7.7	90.5	12.6
	2	60	7.6	90.5	11.4
	3	80	7.8	90.5	10.1
	4	100	7.6	90.5	9.7
	5	120	7.8	90.5	13.4
	6	140	7.9	90.5	14.5

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 2.** Ficha de toma de datos In situ.

INFORMACIÓN OBTENIDA EN CAMPO		
Datos del lugar de muestreo		
Responsable del muestreo: Sonia Milagros Jara Vasquez		
Fecha: 14/06/2018		Hora: 08:25 a.m.
Ubicación:		Altitud: 26 msnm
Coordenadas	N: 8644778	E:293903
DATOS DE LA MUESTRA IN SITU		
Parámetros analizados In Situ		
Temperatura: 24.8°C		
pH: 7.8		
Observaciones: Se pudo observar monticulos de residuos solidos que son arrojados en las riberas asi como desmonte de material de construccion, los cuales pueden provocar una mayor concentracion de carga organica y solidos suspendidos.		

Fuente: Elaboración propia.



#### Anexo 4. Materiales y equipos utilizados.

INSUMOS UTILIZADOS
Semillas de tamarindo
Agua destilada
Papel filtro

Muestreo en campo	
Materiales	Equipos
Fichas de campo	pHmetro
Etiquetas	GPS
Tablero	Cámara fotográfica
Vaso de precipitado de 400 ml	Hi 9835: equipo portátil
Lapicero	
Envase de plástico de capacidad de 1 litro	
Pizeta	
Casco	
Guantes de látex	
Botas de jebe	
Cooler	
Ice pack	
Papel tissue	
Guardapolvo	

## Anexo 5: Informe de ensayo.



**SAG**

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA  
CON REGISTRO N° LE-047



### INFORME DE ENSAYO N° 123197-2018 CON VALOR OFICIAL

**RAZÓN SOCIAL** : SONIA MILAGROS JARA VÁSQUEZ  
**DOMICILIO LEGAL** : A.A.H.H. MÁRTIRES DE SAN JUAN M.Z.A. LT.15 SAN JUAN DE MIRAFLORES- LIMA- LIMA  
**SOLICITADO POR** : SONIA MILAGROS JARA VÁSQUEZ  
**REFERENCIA** : RESERVADO POR EL CLIENTE  
**PROCEDENCIA** : AGUA DE RÍO- LURÍN  
**FECHA DE RECEPCIÓN** : 2018-06-14  
**FECHA DE INICIO DE ENSAYOS** : 2018-06-14  
**MUESTREADO POR** : EL CLIENTE

#### I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test. 2012.	2.00 <sup>(b)</sup>	mg/L
Demanda Química de oxígeno (DQO)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017.Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method.	10.0	O <sub>2</sub> mg/L

L.C.: límite de cuantificación.

(b) Expresado como límite de detección del método.

#### II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Natural Superficial	
Matriz analizada	Agua Natural	
Fecha de muestreo	2018-06-14	
Hora de inicio de muestreo (h)	14:05	
Coordenadas UTM WGS 84	0293903E	
	8644778N	
Condiciones de la muestra	Refrigerada / preservada	
Código del Cliente	AS-01	
Código del Laboratorio	18061033	
Ensayos	Unidades	Resultados
Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	33.83
Demanda Química de oxígeno (DQO)	O <sub>2</sub> mg/L	91.88

Lima, 28 de Junio del 2018.

  
 Quim. Belbeth Y. Fajardo León  
 C.Q.P. N° 648  
 Asesor Técnico Químico

EXPERTS  
WORKING  
FOR YOU

Cod.: FI 02/Versión: 07/FE:10/2017

\* El Método indicado no ha sido acreditado por INACAL-DA.

SM: SMEWW - APHA - AWWA - WEF 22nd. Edition 2012. EPA: Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials. NTP: Norma Técnica Peruana.

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para las muestras referidas en el presente informe. • Las muestras serán conservadas de acuerdo al período de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días de haber ingresado las muestras al laboratorio. Luego serán eliminadas. • Para corroborar la AUTENTICIDAD del presente informe comunicarse al correo laboratorio@sagperu.com.

Página 1 de 1

SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

Laboratorio Av. Naciones Unidas N° 1565 Urb. Chacra Rios Norte - Lima • Oficinas Administrativas Pasaje Clorinda Malto de Turner N° 2079 - Lima  
 • Central Telefónica (511) 425-6885 • Web: www.sagperu.com • Contacto Electrónico sagperu@sagperu.com

**Ensayo N° 001 – SJV - 2018**  
 LABORATORIO DE QUÍMICA – UCV  
 INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

**Dirección:** Lurin - Lima - Lima

**Tipo de Ensayos:** Análisis Fisicoquímicos – Demanda Química de Oxígeno (mg/l)

**Matriz:** Agua superficial

**Descripción de la Muestra:** Tratamiento de las aguas del Rio Lurin en base a semilla de tamarindo

**Muestra tomada por:** Sonia Milagros Jara Vasquez

**Fecha de ingreso de muestra:** 14/06/2018

**Lugar donde se realizó el ensayo:** Laboratorio de Química – UCV.

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
prueba 1	Muestra	Norte: 8644778 este: 293903	26	mg/l	30.27
prueba 2	Muestra	Norte: 8644778 este: 293903	26	mg/l	27.54
prueba 3	Muestra	Norte: 8644778 este: 293903	26	mg/l	28.59

**Metodología de Análisis:** APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B

**Equipo Utilizado:** Multiparametro Hanna edge

**Código interno:** 6053633



Hitler Román Pérez  
 TÉCNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
 AMBIENTAL



Ing. Quím. Walter Núñez Pebe  
 JEFE DE PRACTICAS

**Ensayo N° 003 – SJV - 2018**  
 LABORATORIO DE QUÍMICA – UCV  
 INFORME DE RESULTADOS - MUESTREO DE AGUA

**Dirección:** Lurin - Lima - Lima

**Tipo de Ensayos:** Análisis Físicoquímicos – Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)

**Matriz:** Agua superficial

**Descripción de la Muestra:** Tratamiento de las aguas del Rio Lurin  
 en base a semilla de tamarindo

**Muestra tomada por:** Sonia Milagros Jara Vasquez

**Fecha de ingreso de muestra:** 14/06/2018

**Lugar donde se realizó el ensayo:** Laboratorio de Química – UCV.

Estación	Tipo de Resultado	Coordenada	Altitud	Unidad de Medida	Resultado
<b>MUESTRA 01</b>					
prueba 1	Muestra	Norte: 8644778 este: 293903	26	mg/l	13.75
prueba 2	Muestra	Norte: 8644778 este: 293903	26	mg/l	12.74
prueba 3	Muestra	Norte: 8644778 este: 293903	26	mg/l	15.20

**Metodología de Análisis:** APHA-AWWA-WEF (2012) 5210 B

**Equipo Utilizado:** Multiparametro Hanna edge

**Código interno:** 6053633



Hitler Román Pérez  
 TECNICO EN LABORATORIO DE CALIDAD  
 AMBIENTAL



Ing. Quím. Walter Núñez Pebe  
 JEFE DE PRACTICAS

## Anexo 6: Acta de originalidad

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Juan Julio Ordoñez Galvez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

“USO DEL COAGULANTE NATURAL EXTRAÍDO DE LA SEMILLA DE TAMARINDO “*TAMARINDUS INDICA*” PARA REDUCIR SÓLIDOS COLOIDALES DE LAS AGUAS DEL RÍO LURÍN LIMA - 2018,” de la estudiante Sonia Milagros Jara Vasquez, constató que la investigación tiene un índice de similitud de 15% 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.

Los Olivos, 05 de julio de 2018



.....

Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez

DNI: 08747308

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

## Anexo 7: Pantallazo del turnitin

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERIA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

"USO DEL COAGULANTE NATURAL EXTRAÍDO DE LA SEMILLA DEL TAMARINDO "*TAMARINDUS INDICA*" PARA REDUCIR SÓLIDOS COLOIDALES DE LAS AGUAS DEL RÍO LURÍN LIMA - 2018"

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTOR**  
Jara Vasquez Sonia Milagros

**ASESOR**  
Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio

**Resumen de coincidencias** ✕

**15 %**

1	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
2	docplayer.es Fuente de Internet	1 %	>
3	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
5	cybertesis.unmsm.edu... Fuente de Internet	1 %	>
6	manglar.uninorte.edu.co Fuente de Internet	1 %	>
7	cybertesis.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>

## Anexo 8: Validación de instrumentos.



### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

1.1. Apellidos y Nombres: TEODORO VARA ESTEFANY  
 1.2. Cargo e institución donde labora: DOCENTE UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: FICHA DE ANEXO  
 1.4. Autor(A) de Instrumento:.....

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %

Lima, ..... del 201

*Estefany Varo*  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° 42217861 Telf.: 98391463

CIP: 141142

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

- 1.1. Apellidos y Nombres: Gil Ariza Johnny Brice Ludwin  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Ingeniero Ambiental - ADJERCO SAC  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de anexo  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: .....

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SÍ

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

90 %
------

Lima, 28 de Noviembre del 201

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI N° 46754409. Telf.: 971444679

-----  
**JOHNNY BRICE LUDWIN**  
**GILARIZA**  
**INGENIERO AMBIENTAL**  
**Reg. CIP N° 194254**

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Edizabeth Javier llashag  
 1.2. Cargo e institución donde labora: Gerente Administrativo  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha análisis de laboratorio antes del tratamiento  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Sonia Josa Vasquez

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

Si

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %
------

Lima, 06 Diciembre del 2017

  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No: 40301729 Telf: 992511597

CIP° 178498

## Anexo 9. Galería Fotográfica.



**Figura 10.** Reconocimiento de la zona.



**Figura 11.** Imágenes de la toma de datos de coordenadas y toma de muestras de agua.



**Figura 12.** Imagen de medición de parámetros en campo.



**Figura 13.** Mediciones de temperatura y pH in situ.



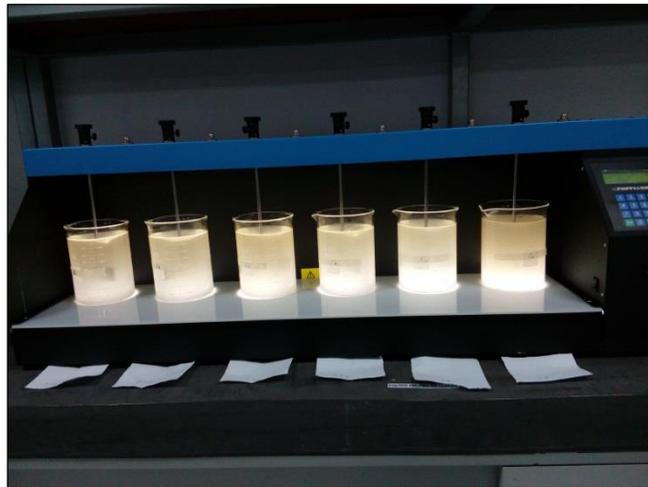
**Figura 14.** Toma de coordenadas con el GPS.



**Figura 15.** Tamizado del polvo extraído de la semilla de tamarindo.



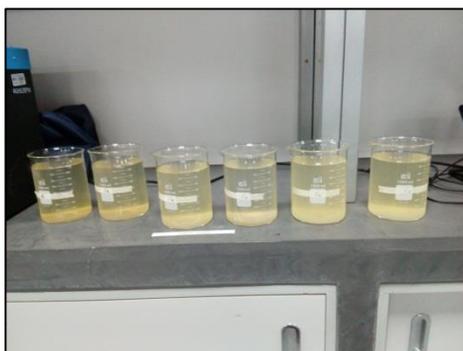
**Figura 16.** Pesado de las concentraciones.



**Figura 17.** Realización de la prueba de jarras en laboratorio.



**Figura 18.** Toma de análisis del parámetro de turbidez y pH.



**Figura 19.** Muestras de agua después del tratamiento.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FORMATO DE SOLICITUD

SOLICITA:

Digitización de tesis

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Yo, Sonia Milagros Jara Vasquez con DNI N° 45385455 domiciliado (a) en AA.UU. Los Mártires M.Z. A.C.T. - 15 / SAN JUAN DE MIEGAFLORES.

ante Ud. Con el debido respeto, expongo lo siguiente:

Que en mi condición de alumno de la promoción.....del programa ...INGENIERÍA AMBIENTAL... Identificado con el código de matrícula N° 7000463846 de la Escuela de Ingeniería Ambiental, recurro a su honorable despacho para solicitar lo siguiente:

Digitización de tesis

Por lo expuesto, agradeceré ordenar a quien corresponde se me atienda mi petición por ser de justicia.

Lima, 11 de 09 de 2018



Handwritten signature and name: Sonia Milagros Jara Vasquez

Handwritten signature



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)  
"César Acuña Peralta"

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DE LAS TESIS

### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

JARA VASQUEZ SONIA MILAGROS  
D.N.I. : 45385455  
Domicilio : AA.HH. LOS MARIANOS M.2.A. LT-15 / SJM  
Teléfono : Fijo : 5939030 Móvil : 997738630  
E-mail : s.jarav03@gmail.com

### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Tesis de Pregrado

Facultad : INGENIERIA  
Escuela : INGENIERIA AMBIENTAL  
Carrera : INGENIERIA AMBIENTAL  
Título : INGENIERIA AMBIENTAL

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :  
Mención :

### 3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

JARA VASQUEZ SONIA MILAGROS

Título de la tesis:

Uso del Coagulante Natural extraído de la semilla de tamarindo  
"Tamarindus indica L." para reducir sólidos coloidales en laboratorio de las aguas del  
río Urin, Lima-2018"

Año de publicación : 2018

### 4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi tesis.

Firma :

Fecha : 11-09-2018



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

"USO DEL COAGULANTE NATURAL EXTRAÍDO DE LA SEMILLA DEL TAMARINDO *TAMARINDUS INDICA*" PARA REDUCIR SÓLIDOS COLOIDALES DE LAS AGUAS DEL RÍO LURIN LIMA - 2018"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

**AUTOR**

Jara Vasquez Sonia Milagros

**ASESOR**

Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio



Resumen de coincidencias

15 %

1	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
2	docplayer.es Fuente de Internet	1 %	>
3	dspace.untru.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
5	cybertesis.unmsm.edu.... Fuente de Internet	1 %	>
6	manglar.uninorte.edu.co Fuente de Internet	1 %	>
7	cybertesis.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %	>

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD          DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo, Juan Julio Ordoñez Galvez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Sede Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

“USO DEL COAGULANTE NATURAL EXTRAÍDO DE LA SEMILLA DE TAMARINDO “*TAMARINDUS INDICA*” PARA REDUCIR SÓLIDOS COLOIDALES DE LAS AGUAS DEL RÍO LURÍN LIMA - 2018,” de la estudiante Sonia Milagros Jara Vasquez, constató que la investigación tiene un índice de similitud de 15% 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.

Los Olivos, 05 de julio de 2018



Dr. Juan Julio Ordoñez Galvez  
 DNI: 08747308

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