



# **UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUÍMICA**

**Evaluación de efectividad de la Pitahaya (*Hylocereus  
Megalanthus*) como coagulante en la remoción de turbidez y  
TDS en aguas del río Lambayeque.**

**TESIS**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniera Química**

**AUTORAS:**

**Bach: Pereyra Herrera Floreli Rosalí**

**Bach: Salazar Torres Yessenia Fiorella**

**ASESOR:**

**Dr. Mercado Seminario Ángel Wilson – ORCID 0000-  
0001-9508-3694**

**Lambayeque – Perú**

**2023**



**UNIVERSIDAD NACIONAL**  
**“PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA E INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUÍMICA**

**TESIS**

**Evaluación de efectividad de la Pitahaya (*Hylocereus Megalanthus*)  
como coagulante en la remoción de turbidez y TDS en aguas del río  
Lambayeque.**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA QUÍMICA**

**SUSTENTADA Y APROBADA ANTE EL SIGUIENTE JURADO:**

---

**Dr. Iván Pedro Coronado Zuloeta**  
**PRESIDENTE**

---

**Dr. Ronald Alfonso Gutiérrez Moreno**  
**SECRETARIO**

---

**Dr. James Jenner Guerrero Braco**  
**VOCAL**

---

**Dr. Angel Wilson Mercado Seminario**  
**ASESOR**

## DEDICATORIA

### ***Esta tesis está dedicada a:***

*Dios quien ha sido nuestro guía, por permitirnos afrontar las diversas situaciones que se nos presenta durante el camino de la vida, quien nos da la oportunidad de llegar hasta este momento muy importante de nuestra formación.*

*A la memoria de mi padre Eliseo Salazar Diaz que en paz descansa, quien ahora desde el cielo guía cada uno de mis pasos.*

*A mi madre, Flor Torres Lucero quien siempre me motiva y me brinda su apoyo incondicional, para lograr cada objetivo propuesto.*

*A mis hermanos (Ángel, Diocelina, Mirella y Jamir), quienes forman parte de mi crecimiento profesional y personal.*

### ***Salazar Torres Yessenia Fiorella***

*A mis padres, Artemio Pereyra Vásquez y Anita Herrera Bardales por su apoyo incondicional durante mi formación académica, y por enseñarme que todo se puede lograr con esfuerzo y dedicación, sin su apoyo nada hubiera sido posible.*

*A mi hermana Yanina Pereyra Herrera por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo, por motivarme a seguir adelante y vivir de cerca muchos procesos de mi vida.*

*A mis familiares y amigos, quienes de una u otra manera fueron partícipes de este proceso.*

### ***Pereyra Herrera Floreli Rosalí***

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradecemos infinitamente a Dios por permitirnos culminar con bien nuestra carrera profesional y por darnos fortaleza en el desarrollo de este proyecto de tesis.*

*Agradecemos a cada miembro de nuestra familia por acompañarnos, motivarnos y brindarnos su apoyo incondicional para cumplir con cada proceso de nuestra formación profesional.*

*A nuestro asesor Dr. Angel Wilson Mercado Seminario por aceptar guiarnos y darnos el soporte necesario durante todo nuestro proyecto de tesis.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de Chota, sobre todo a la Facultad de ciencias agrarias, por brindarnos la facilidad para realizar cada uno de nuestros análisis de nuestra investigación.*

***Las Autoras***

## INDICE

|  |    |
|--|----|
| INDICE.....                                  | 3  |
| RESÚMEN .....                                | 7  |
| ABSTRACT .....                               | 8  |
| I. INTRODUCCIÓN .....                        | 9  |
| II. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS .....      | 12 |
| 2.1. ANTECEDENTES.....                       | 12 |
| 2.2. BASE TEÓRICA .....                      | 16 |
| 2.2.1. Contaminación de los ríos .....       | 16 |
| 2.2.2. Turbidez del agua.....                | 17 |
| 2.2.3. Coagulación .....                     | 17 |
| 2.2.4. Floculación.....                      | 18 |
| 2.2.5. Sedimentación .....                   | 18 |
| 2.2.6. Sólidos Disueltos Totales (TDS) ..... | 19 |
| 2.2.7. Ensayo de prueba de jarras .....      | 19 |
| 2.2.8. Pitahaya (Hylocereus spp).....        | 20 |
| 2.2.9. Características Botánicas.....        | 21 |
| 2.2.10. Composición química.....             | 22 |
| 2.2.11. Uso de la pitahaya .....             | 23 |
| III. METODO Y MATERIALES.....                | 25 |
| 3.1. Descripción del ámbito de estudio. .... | 25 |
| 3.2. Tipo de estudio.....                    | 25 |
| 3.3. Método de investigación .....           | 25 |
| 3.4. Variables .....                         | 25 |
| 3.4.1. Variables independientes.....         | 25 |
| 3.4.2. Variables dependientes.....           | 25 |
| 3.5. Diseño experimental .....               | 25 |
| 3.6. Población y muestra .....               | 26 |
| 3.6.1. Población.....                        | 26 |
| 3.6.2. Muestra .....                         | 26 |
| 3.7. Materiales, equipos y reactivos .....   | 27 |
| 3.7.1. Materiales.....                       | 27 |
| 3.7.2. Equipos .....                         | 27 |
| 3.8. Reactivos.....                          | 27 |
| 3.9. Procedimiento .....                     | 28 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.10. | Técnicas de experimentación .....              | 29 |
| IV.   | RESULTADOS.....                                | 33 |
| 4.1.  | Análisis estadísticos de los resultados: ..... | 34 |
| V.    | DISCUSIÓN .....                                | 56 |
| VI.   | CONCLUSIONES .....                             | 57 |
| VII.  | RECOMENDACIONES .....                          | 58 |
| VIII. | BIBLIOGRAFIA .....                             | 59 |
| IX.   | ANEXOS .....                                   | 65 |

## INDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1</b> Diseño factorial 3X3 con tres repeticiones. ....  | 26 |
| <b>Tabla 2</b> Características del agua del río Lambayeque antes del tratamiento. ....   | 33 |
| <b>Tabla 3</b> Características del agua del río Lambayeque después del tratamiento. ....   | 33 |
| <b>Tabla 4</b> Turbidez promedio en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya y tiempo empleado. ....   | 34 |
| <b>Tabla 5</b> Análisis de la turbidez en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya y tiempo empleado para evaluar la remoción. ....                          | 35 |
| <b>Tabla 6</b> Prueba Post Hoc de comparaciones múltiples para analizar la turbidez (variable dependiente) en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya. .... | 37 |
| <b>Tabla 7</b> Subconjuntos homogéneos para analizar la turbidez en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya. ....   | 38 |
| <b>Tabla 8</b> Prueba Post Hoc de comparaciones múltiples para analizar la turbidez en agua del río Lambayeque según el tiempo empleado para la evaluar la remoción. ....                            | 39 |
| <b>Tabla 9</b> Subconjuntos homogéneos para analizar la turbidez en agua del río Lambayeque según el tiempo empleado para evaluar la remoción. ....  | 40 |
| <b>Tabla 10</b> Sólidos totales disueltos promedio en el agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya y tiempo empleado para evaluar la remoción. ....           | 43 |
| <b>Tabla 11</b> Análisis de sólidos totales disueltos en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya y tiempo empleado para evaluar la remoción. ....           | 44 |
| <b>Tabla 12</b> Prueba Post Hoc de comparaciones múltiples para analizar los sólidos totales disueltos en el agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya. ....  | 46 |
| <b>Tabla 13</b> Subconjuntos homogéneos para analizar los sólidos totales disueltos en el agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya. ....                     | 47 |
| <b>Tabla 14</b> Prueba Post Hoc de comparaciones múltiples para analizar los sólidos totales disueltos en el agua del río Lambayeque según el tiempo empleado para evaluar la remoción. ....         | 48 |
| <b>Tabla 15</b> Subconjuntos homogéneos para analizar los sólidos totales disueltos en agua del río Lambayeque según el tiempo para evaluar a remoción. ....   | 49 |
| <b>Tabla 16</b> Porcentajes de remoción de turbidez según la concentración y tiempo empleado. ....   | 52 |
| <b>Tabla 17</b> Porcentajes de remoción de sólidos disueltos según la concentración y tiempo empleado. ....  | 54 |

## INDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Figura 1</b> Planta de Pitahaya.....  | 21 |
| <b>Figura 2</b> Preparación del coagulante del tallo de Pitahaya antes del ensayo de jarras. ....  | 29 |
| <b>Figura 3</b> Medida de la turbidez y TDS del agua antes del tratamiento con coagulante. ....  | 30 |
| <b>Figura 4</b> Puesta en marcha de la prueba de jarras en el agua.....  | 30 |
| <b>Figura 5</b> Muestra de agua después de la sedimentación. ....  | 31 |
| <b>Figura 6</b> Medida de la turbidez y TDS del agua tratada con coagulante. ....  | 32 |
| <b>Figura 7</b> Subconjuntos homogéneos para analizar la turbidez en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya. ....                    | 39 |
| <b>Figura 8</b> Subconjuntos homogéneos para analizar la turbidez en aguas del río Lambayeque según el tiempo empleado para evaluar la remoción.....                           | 41 |
| <b>Figura 9</b> Interacción de la concentración de coagulante natural de Pitahaya y el tiempo de contacto en la turbidez del río Lambayeque.....                               | 42 |
| <b>Figura 10</b> Subconjuntos homogéneos para analizar los sólidos totales disueltos en aguas del río Lambayeque según la concentración empleada para evaluar la remoción..... | 48 |
| <b>Figura 11</b> Subconjuntos homogéneos para analizar los sólidos totales disueltos en agua del río Lambayeque según el tiempo empleado para evaluar la remoción.....         | 50 |
| <b>Figura 12</b> Interacción de la concentración de coagulante natural de Pitahaya y el tiempo de contacto en los sólidos totales disueltos en agua del río Lambayeque. ....   | 51 |
| <b>Figura 13</b> Porcentajes de remoción de turbidez según la concentración y tiempo empleado. ....  | 53 |
| <b>Figura 14</b> Porcentajes de remoción de sólidos totales disueltos según la concentración y tiempo empleado.....  | 55 |



## RESÚMEN

El presente estudio tuvo como objetivo general evaluar la efectividad de la Pitahaya (*Hylocereus Megalanthus*) como coagulante en la remoción de la turbidez y TDS en aguas del río Lambayeque para ello se propuso objetivos específicos, elaborar un coagulante natural de Pitahaya, aplicar el coagulante de pitahaya en aguas del río Lambayeque, encontrar la dosis más efectiva del coagulante extraído de pitahaya y el tiempo de coagulación adecuado para la remoción de la turbidez y TDS en aguas del río Lambayeque. En primer lugar, se preparó el coagulante del tallo de pitahaya el cual se obtuvo mediante un proceso de lavado, pelado, picado, secado, triturado y tamizado.

Se evaluaron tres concentraciones de coagulante de pitahaya: 90, 120, 150 mg/L y tres tiempos de contacto: 10, 15 y 20 minutos. Se realizó el análisis de turbidez y TDS del agua del río Lambayeque antes y después del tratamiento. Se prepararon nueve muestras de agua sin tratar y nueve muestras de polvo de pitahaya (3 muestras de 90 mg, 3 muestras de 120 mg y 3 muestras de 150 mg) y se aplicó mediante el ensayo de jarras a una velocidad inicial de 200 rpm por 1 minuto, luego se bajó a una velocidad de 100 rpm por 10, 15 y 20 minutos, realizando tres réplicas de este proceso. Posteriormente se dejó sedimentar por 30 min, se separó el agua del sedimento y se hizo el análisis de turbidez y TDS de cada muestra.

El análisis se realizó en un equipo Multiparámetro, presentando un porcentaje de remoción de turbidez de 82,6 % (90 mg/L en 15 min), ya que la turbidez inicial fue de 228 UNT y la final de 39.8 UNT, y un porcentaje de remoción de TDS de 30.8 % (90 mg/L en 10 min) siendo los TDS inicial de 390 mg/L y el final de 270 mg/L. Con lo cual se concluyó que el coagulante natural de pitahaya presenta una gran efectividad para la remoción de la turbidez y TDS del agua del río Lambayeque. **Palabras claves:** Turbidez, coagulante natural, remoción.

## ABSTRACT

The general objective of this study was to evaluate the effectiveness of the Pitahaya (*Hylocereus Megalanthus*) as a coagulant in the removal of turbidity and TDS in the waters of the Lambayeque River, for which specific objectives were proposed, to develop a natural Pitahaya coagulant, apply the coagulant of pitahaya in waters of the Lambayeque river, to find the most effective dose of the coagulant extracted from pitahaya and the appropriate coagulation time for the removal of turbidity and TDS in waters of the Lambayeque river. In the first place, the coagulant from the pitahaya stem was prepared, which was obtained through a process of washing, peeling, chopping, drying, crushing and sifting.

Three concentrations of pitahaya coagulant were evaluated: 90, 120, 150 mg/L and three contact times: 10, 15 and 20 minutes. Turbidity and TDS analysis of the Lambayeque River water was performed before and after treatment. Nine samples of untreated water and nine samples of pitahaya powder (3 samples of 90 mg, 3 samples of 120 mg and 3 samples of 150 mg) were prepared and applied using the jar test at an initial speed of 200 rpm per minute. 1 minute, then it was lowered to a speed of 100 rpm for 10, 15 and 20 minutes, making three replications of this process. Subsequently, it was allowed to settle for 30 min, the water was separated from the sediment and the turbidity and TDS analysis of each sample was made.

The analysis was carried out in a Multiparameter equipment, presenting a percentage of turbidity removal of 82.6% (90 mg/L in 15 min), since the initial turbidity was 228 UNT and the final one was 39.8 UNT, and a percentage removal of TDS of 30.8% (90 mg/L in 10 min) being the initial TDS of 390 mg/L and the end of 270 mg/L. With which it was concluded that the natural coagulant of pitahaya presents a great effectiveness for the removal of turbidity and TDS from the water of the Lambayeque River.

## I. INTRODUCCIÓN

Según el Banco Mundial (2013) La contaminación del agua se está convirtiendo cada vez más en una realidad en América Latina donde las tres cuartas partes de las aguas servidas terminan en los afluentes y otras fuentes de agua, provocando graves problemas ambientales y de salud. El problema es muy alarmante en una zona como América Latina en la cual el 80% de los habitantes vive en la ciudad, y un gran porcentaje en sitios muy próximos a fuentes hídricas con mucha contaminación. También hay serios impactos ambientales. Yee-Batista (2013) del Banco Mundial, afirma que la situación es aún más complicada porque “el 70% de las aguas residuales de la región no son tratadas. Sacamos el agua, la usamos y la devolvemos a los ríos completamente contaminada”.

Las urbes han sido afectadas por el apresurado y descontrolado asentamiento urbano – marginal y por el aumento de la industria que carecen de medios adecuados para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente. Por este motivo la contaminación en ríos y otras fuentes es cada vez mayor. En los centros urbanos la mayor parte de los desechos industriales se vierten, sin tratamiento a las alcantarillas, o contaminando directamente las fuentes de hídricas más cercanas. Nuestro país no es ajeno a este desafío mundial, las peculiaridades de la migración rural-urbana, han exacerbado la escasez de los servicios esenciales en las zonas urbanas y suburbanas, no sólo en las urbes, sino también en las ciudades más importantes del país (CAF - Banco de Desarrollo de América Latina, 2006).

El río Lambayeque es una de las principales fuentes hídricas en el distrito de Lambayeque ya que provee de agua al distrito tanto para fines agrícolas como para consumo. La población y otras actividades comerciales que se realizan en este sitio usan el río como vertedero de desechos

sólidos y aguas residuales generando niveles considerables de contaminación en el río. Las actividades agrícolas que se desarrollan son de gran importancia, es por eso que los agricultores no tienen otra opción más que emplear esta agua, no obstante, presenta un gran problema con el agua que se utiliza para el regadío de los cultivos ya que no tiene ningún tratamiento.

La coagulación es un proceso de gran importancia en el tratamiento de aguas superficiales y aguas residuales industriales. El coagulante-floculante cumple un rol fundamental en el tratamiento del agua ya que se utiliza para quitar la turbiedad del agua sin tratar. Hay muchos tipos de coagulantes que se pueden usar para el tratamiento del agua. Estos coagulantes pueden ser coagulante inorgánico, polímero orgánico sintético y coagulante natural. El sulfato de aluminio es el más comúnmente utilizado para tratar el agua cruda debido a su efectividad y tiene el precio más bajo en comparación con otro tipo de coagulantes. Sin embargo, el uso de alumbre produce un gran volumen de lodo, mientras que el residuo del contenido de alumbre en el agua tratada puede inducir la enfermedad de Alzheimer (Ndabigengesere & Narasiah, 1998), generando de esta manera, preocupación por la salud humana. La presencia de monómeros que quedan en el agua tratada debido al uso de polímeros sintéticos como coagulantes es indeseable porque estos monómeros tienen fuertes propiedades cancerígenas y neurotóxicas (Mallevialle, Bruchet, & Fiessinger, 1984). Por lo tanto, es deseable que dichos coagulantes químicos sean reemplazados por coagulantes naturales rentables para contrarrestar las desventajas mencionadas anteriormente.

El problema planteado en esta investigación es ¿Cuál es la efectividad de la Pitahaya (*Hylocereus Megalanthus*) como coagulante en la remoción de la turbidez y sólidos totales disueltos en aguas del río Lambayeque?

En este estudio, la pitahaya, que es una familia de cactus, se utilizará como coagulante natural. Debido a que esta planta tiene potencial para actuar como coagulante en base a trabajos previos realizados. La especie de pitahaya utilizada para este trabajo fue *Hylocereus Megalanthus*. Debido a que es un recurso natural disponible en nuestro país, el costo de usar el tallo de la pitahaya es bajo en comparación con los coagulantes químicos. Además, es amigable con el medio ambiente y no tiene efectos dañinos para la salud humana, ya que no deja ningún residuo nocivo (Idris et al., 2012).

Sobre la base de la discusión anterior, el objetivo principal de este estudio es evaluar la efectividad de la Pitahaya (*Hylocereus Megalanthus*) como coagulante en la remoción de la turbidez y sólidos totales disueltos en aguas del río Lambayeque.

## II. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS

### 2.1. ANTECEDENTES

**Md Som, Abd Wahab (2018)**, en su investigación tuvieron como finalidad determinar las condiciones óptimas de funcionamiento del proceso de coagulación-floculación utilizando el coagulante de follaje de la fruta del dragón en el tratamiento de efluentes de molinos de aceite de palma en Malasia, en términos de pH y dosis, medir el porcentaje de eliminación de DQO, SS y turbidez. Los resultados obtenidos demuestran que a una dosis de 500 mg / L se eliminaron los sólidos suspendidos con un porcentaje de eliminación del 98,8% a un pH de 2; a una dosis de coagulante de 300 mg / L. se logró una eliminación de la DQO del 48,7% a un pH de 4 y la turbidez disminuyó un 99,2% desde el decantador POME trifásico a pH 2 y una dosis de coagulante de 800 mg/L. Los autores concluyen, que el coagulante de follaje de la fruta del dragón tiene potencial y podría usarse en las etapas de pretratamiento para sustituir coagulantes químicos para el tratamiento de POME.

**Shafad, Ahamad, Idris, Abidin (2013)**, en su investigación cuyo objetivo fue determinar el estado óptimo del proceso de coagulación utilizando follaje de fruta de dragón como coagulante natural en Malasia. Se estudiaron los parámetros que afectan el rendimiento del coagulante, como la temperatura de secado, el pH, la dosis, la turbidez inicial y el tiempo de sedimentación, utilizando el método estándar de prueba de jarra. Los resultados arrojaron que el pH óptimo fue 7 y el pH final relativamente no se vio afectado por el coagulante agregado; Las dosis óptimas para 100 NTU, 200 NTU y 400 NTU encontradas fueron 5 mg / L, 10 mg / L y 20 mg / L respectivamente, logrando una remoción de turbidez de 95,3%. El tiempo de sedimentación encontrado fue muy rápido donde se consideró suficiente 10 min. La combinación de follaje de fruta de dragón y alumbre mostró un mejor desempeño en la remoción de turbidez. Por lo tanto,

los autores concluyen que el follaje de la fruta del dragón tiene un alto potencial como coagulante natural para su aplicación en el tratamiento del agua.

**Mohd Raside (2013)**, en su estudio extrajo e investigó el potencial del follaje de la pitahaya como coagulante natural en Malasia. Realizó el experimento utilizando el método estándar de prueba de jarra y encontró que los parámetros tales como temperatura de secado, pH, dosis, turbidez inicial y tiempo de sedimentación. Encontró que el mejor método para extraer el compuesto activo de la pitahaya era usar agua destilada a 60 ° C, donde pudo lograr el 94.4% de remoción de la turbidez a la dosis de 10 mg / L. verificó el desempeño de la pitahaya en el proceso de coagulación utilizando su compuesto activo. Afirmó que el principal compuesto activo son los carbohidratos. El resultado del análisis de potencial zeta y el análisis SEM sugieren que la adsorción y el mecanismo de puente entre partículas es el mecanismo principal de DFF en el proceso de coagulación. Finalmente concluye que la pitahaya tiene un futuro brillante y un buen potencial para su aplicación en el tratamiento de agua.

**Garnica (2019)**, en su investigación buscó comparar biopolímeros y determinar su eficiencia en la eliminación de materia orgánica suspendida en aguas del estero San Camilo - Cantón Durán, Ecuador, para ello trabajó con concentraciones de 400 mg/L, 800 mg/L y 1200 mg/L empleando el ensayo de test de jarra. Los resultados mostraron las dosis más efectivas siendo de 800 mg/L para Aloe vera con una eficiencia de remoción del 81.40%, 1200 mg/L para la pitahaya con un porcentaje de 82.70% de remoción de sólidos suspendidos. Finalmente concluyó que los dos biopolímeros (Aloe vera y la pitahaya) tienen propiedades similares como coagulantes.

**Mendoza, Fuentes, Caldera, Perdomo, Suárez, Mosquera y Arismendi (2008)**, en su estudio tuvieron como objetivo evaluar la eficiencia de *Hylocereus lemairei* como coagulante-

floculante en aguas para consumo humano en Venezuela. Los autores analizaron turbidez, pH alcalinidad y color para lo cual aplicaron dosis de 218 ppm, 437 mg/L, 655 mg/L, 873 mg/L y 1090 mg/L de coagulante teniendo valores iniciales de turbidez de 30, 40, 50, 60 y 70 NTU. Los resultados arrojaron porcentajes de remoción de turbidez de 94.53 a 98.20%, el color entre 3 y 5 UC, la alcalinidad entre 40.85 a 101.64 mg CaCO<sub>3</sub>/L y el pH tuvo una variación de 7.13 a 7.63. Por lo tanto, concluyeron que la cactácea *Hylocereus lemairei* es una buena opción como coagulante natural, pudiéndose utilizar como coagulante en el tratamiento inicial en la potabilización del agua en el país.

**Villabona, Paz y Martínez (2013)**, en su investigación cuya finalidad fue caracterizar la *Opuntia ficus-indica* y obtener un coagulante para remover la turbidez en aguas del departamento de bolívar, Colombia. Para obtener el coagulante se hicieron operaciones de corte, pelado, secado, molienda, tamizado y despigmentado de la penca de tuna; aplicaron dosis de 50 mg/L, 75 mg/L y 90 mg/L mediante la prueba de jarras. Finalmente, los resultados mostraron que la planta presenta un gran porcentaje de humedad y pequeñas cantidades de saponinas, flavonoides, sales minerales de calcio y hierro; en cuanto al poder coagulante lograron remover el 50% de color y 70 % de turbidez. En conclusión, afirman que el coagulante de *Opuntia ficus-indica* presenta una gran capacidad para remover color y turbidez de aguas con valores iniciales elevados.

**Apaza (2013)**, en su investigación buscó desarrollar un sistema de tratamiento ecológico empleando extracto de nopal para purificar el agua contaminada utilizada en el riego de cultivos agrícolas en Arequipa, Perú. Evaluó la capacidad coagulante-floculante del coagulante extraído de nopal y logró remover la turbidez del agua hasta 18.34 UNT, y un pH de 7.11, usando una concentración de 80 %. Para la evaluación total del sistema, realizó un primer tratamiento con coagulante de nopal a una concentración de 80% posteriormente lo trató con un filtro, lo cual



permitió al autor reducir los valores de coliformes totales y turbidez hasta 2,000 NMP/ 100 ml y 4.1 UNT respectivamente. Finalmente concluyó que mediante el uso este sistema se lograrán resultados positivos ya que es una alternativa mucho más económica para el tratamiento de agua contaminada

**Choque, Choque, Solano y Ramos (2018)**, en su estudio tuvo como finalidad la evaluación de la capacidad floculante de *Echinopsis Pachanoi*, *Neoraimondia arequipensis* y *Opuntia ficus* en el tratamiento de agua residual artificial en Perú, para ello, emplearon dosis del 1%, 2% y 3% de coagulante extraído de las tres Cactáceas. Los resultados mostraron que el pH varió de 6.61 a 7.58, la DBO del agua tratada se incrementó de 0.57 mg O<sub>2</sub> /L inicial hasta 3.66 ± 0.05 mg O<sub>2</sub> /L de esta manera el coagulante extraído de la variedad *Echinopsis pachanoi* arrojó mejores resultados con respecto a la capacidad floculante y porcentaje de remoción logrando valores de 48.6 % y 99% respectivamente. En conclusión, los autores señalan que la capacidad clarificante de los tres coagulantes presenta un incremento significativo a medida que se incrementa la dosis de coagulante del 1% al 3%.

**Bautista (2019)**, en su estudio buscó evaluar la remoción de la turbidez en agua para el consumo humano utilizando harina de pitahaya, melocactus y penco en Amazonas, Perú. Aplicó 4 tratamientos los cuales fueron, melocactus en una concentración de 90 mg/L; pitahaya en una concentración de 90 mg/L; penco en una concentración de 90 mg/L y un tratamiento testigo realizando 5 réplicas de este proceso. Los resultados indicaron que con el tratamiento de pitahaya se alcanzó una remoción de turbidez del 37.79 %, el tratamiento con penco alcanzó remoción de turbidez del 8.80% y con melocactus se logró una remoción de turbidez del 4%. Finalmente, el autor concluyó que el tratamiento más eficiente fue el realizado con Pitahaya a 90 mg/L.

**Contreras (2018)**, en su investigación cuyo objetivo fue determinar la eficacia de la cebada y la pitahaya como coagulantes para la reducción de los sólidos totales en aguas de Los Pantanos de Villa en Perú, para lo cual utilizó concentraciones de cebada y la pitahaya de 40 mg/L, 80 mg/L y 120mg/L y tiempos de exposición de 30min, 60 min y 120 min y lo realizó mediante el ensayo de jarras con velocidades de agitación de 120 rpm y 60 rpm. Los resultados mostraron la remoción de los sólidos totales en un 31.12% con el coagulante de cebada, un 32.17% con el coagulante de pitahaya y también logró remover la turbidez en un 43.44% con la cebada y 47.07% con la pitahaya. El autor concluyó que se logró la disminución de los sólidos totales con resultados significativos.

## **2.2. BASE TEÓRICA**

### **2.2.1. *Contaminación de los ríos***

La mayor parte de los desechos industriales que se producen en la región se descargan al sistema de alcantarillado de la ciudad y se dirigen a los ríos que desembocan en el mar u otros cuerpos de agua junto con los desechos domésticos (Escobar, 2002).

Las aguas son contaminadas por descargas domésticas, con un alto contenido de parásitos y organismos patógenos, por contaminación de los relaves mineros a través de las impurezas que arrojan directamente a los ríos como cobre, plomo, zinc, fierro y plata, o como consecuencia de los procesos industriales que arrojan sustancias tóxicas que luego son evacuados en el cauce de los ríos o quebradas. (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2015)

Cerca del 80% de los contaminantes que afectan la zona costera provienen de los ríos que desembocan en el mar. Los ríos se caracterizan por concentrar contaminantes que recogen en sus cuencas hidrográficas en varios sitios estratégicos de la costa, en el cual los hábitats están muy

propensos a la propagación de especies de agua potable y salobre, como las desembocaduras (Kraemer, Choudhury, & Kampa, 2001).

### **2.2.2.    *Turbidez del agua***

La turbidez es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos, que se encuentran principalmente en aguas superficiales. Son difíciles de decantar y filtrar, y pueden dar lugar a la formación de depósitos en las conducciones de agua, equipos de proceso, etc. Además, interfiere con la mayoría de procesos a que se pueda destinar el agua. (Rigola Lapeña, 1990, p. 28)

La turbidez se ve incrementada con la erosión de las orillas, el aumento excesivo de las algas y con las variaciones en el cauce del río. Además, aumenta por la acción de seres bentónicos, que regeneran los sedimentos (Lindig-Cisneros & Zambrano, 2007).

La turbiedad es medida en unidades nefelométricas de turbidez (NTU). Para que el agua sea considerada potable la turbiedad no debe de exceder las 5 NTU. Para medir la turbidez se hace mediante el turbidímetro o nefelómetro, que mide la magnitud de la luz esparcida, en un ángulo de 90 grados, cuando un haz de luz atraviesa una muestra de agua (Chapman & Kimstach, 1992).

### **2.2.3.    *Coagulación***

“Es un proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se produce al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado” (Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, 2000).

Para Fúquene & Yate (2018), este procedimiento es muy importante para tratamientos primarios de las aguas servidas, principalmente por la eliminación de sólidos suspendidos, turbiedad, color, microorganismos y materias creadoras de olor y sabor.

#### **2.2.4. *Floculación***

“La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad. Estos flóculos inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar” (SEDAPAL, 2000).

Varó & Segura (2009) señalan que cuando el agua presenta partículas suspendidas, no se puede emplear la sedimentación básica ya que no es económica. En estos casos para eliminar la turbidez se agrega un producto químico (generalmente sulfato de aluminio), ocasionando así un proceso que se llama coagulación- floculación, donde las partículas suspendidas se aglomeran en diminutos flóculos pudiendo sedimentar de manera más fácil.

#### **2.2.5. *Sedimentación***

Es el proceso físico mediante el cual las partículas en suspensión presentes en el agua son removidas o separadas del fluido, debido al efecto de la gravedad. Dichas partículas deberán ser más densas que el agua, y el resultado que se obtenga será un fluido clarificado y una suspensión más concentrada. La remoción de partículas se puede lograr dejando sedimentar el agua, filtrándola o ejecutando ambos procesos de manera consecutiva, por esta razón ambos procesos se consideran complementarios. (Chulluncuy-Camacho, 2011, p. 160).

### **2.2.6.    *Sólidos Disueltos Totales (TDS)***

Los sólidos disueltos totales (TDS) comprenden las sales inorgánicas (principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos) y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua. Los TDS presentes en el agua potable provienen de fuentes naturales, aguas residuales, escorrentía urbana y aguas residuales industriales. Debido a las diferentes solubilidades de diferentes minerales, las concentraciones de SDT en el agua varían mucho de unas zonas geológicas a otras (Organizacion Mundial de la Salud, 2003).

Roldán & Ramirez (2008) mencionan que una forma rápida y sencilla de medir los STD de una muestra de agua es la conductividad eléctrica. El hecho está basado en la capacidad de una solución para conducir una corriente eléctrica en función de la concentración de iones que ella contiene. Por lo tanto, se espera que soluciones con mayor concentración de iones tengan mayor conductividad y, por consiguiente, menor resistencia. Aguas deficientes de nutrientes o pobres en iones, presentaran una baja conductividad y alta resistencia.

### **2.2.7.    *Ensayo de prueba de jarras***

“Método de simulación de los procesos de Coagulación y floculación, realizado a nivel de laboratorio que permite obtener agua de buena calidad, fácilmente separable por decantación; los flóculos formados con diferentes dosis del coagulante dan como resultado valores de turbiedad diferentes” (SEDAPAL, 2000).

Jiménez (2001) señala que el ensayo se utiliza para determinar si un efluente se puede tratar de manera rentable y con la eficiencia deseada mediante tratamiento de floculación-coagulación. El ensayo consiste en agregar agua residual en vasos de precipitado y añadir, gradualmente, diferentes cantidades de coagulante. Se somete el juego de vasos (jarras) a una agitación rápida

para homogeneizar el medio y, posteriormente, a una lenta para favorecer la formación del floculo. Transcurrido un tiempo determinado, se dejan los vasos en reposo y se analiza tanto el sobrenadante como los lodos producidos. Mediante estos ensayos es posible determinar el coagulante o floculante optimo, mezclado necesario, PH óptimo, dosis óptima y rendimiento máximo alcanzable.

#### **2.2.8. Pitahaya (*Hylocereus spp*)**

La pitahaya más conocida como “Fruta del Dragón” es una fruta exótica. Su popularidad se debe a sus características fisicoquímicas, nutricionales y sus compuestos bioactivos considerado como un alimento funcional, siendo utilizado por sus excelentes propiedades organolépticas y por su valor agregado comercial (Verona et al., 2020). Se produce en regiones subtropicales y tropicales de Latinoamérica, en estado silvestre se puede encontrar en algunos países como México, Venezuela, Colombia, Brasil, Costa Rica y Ecuador. Además, se puede encontrar especies cultivadas de Pitahaya en Bolivia, Panamá, Curazao, Uruguay, Perú y Vietnam. (Santarrosa, 2013).

La pitahaya pertenece a la familia Cactácea y predomina en dos géneros separados, "Hylocereus" y "Selenicereus". Las variedades cultivadas comercialmente más comunes son del género Hylocereus que cubre alrededor de 16 especies diferentes (Bauer, 2003).

## Figura 1

*Planta de Pitahaya.*



*Nota.* Adaptado de *Hylocereus Megalanthus* (fotografía), por Amazon  
(<https://www.amazon.com/-/es/Hylocereus-megalanthus-Amarillo-Pitahaya-Amarilla/dp/B082GX37MV>).

### 2.2.9. *Características Botánicas*

La planta cactácea de la Pitahaya es perenne, epífita, trepadora con forma triangular, carnosa y de tallos verdes articulados. Sus tallos se componen de tres alas onduladas con bordes festoneados córneos. Las partes del tallo pueden crecer hasta 6 m de largo (Zee, et al., 2004; Le Bellec & Vaillant, 2011).

León (2000) Afirma que la pitahaya es un cactus trepador, con tallos triangulares en sección transversal, cuyos ángulos se extienden en alas de bordes duros, interrumpidos por areolas. Estas son estructuras planas o cóncavas, provistas de cuatro a seis espinas fuertes. De las areolas nacen las flores y ramas. De los tallos brotan raíces adventicias que adhieren la planta al soporte. El tallo reemplaza a la hoja en la formación y almacenamiento de clorofila, y presenta adaptaciones a ambientes secos. Las flores grandes en forma de corneta, de 20 a 30 cm de largo, tienen la base

tubular, cubierta de segmentos angostos, agudos verduscos, más cortos hacia la base, que forman el perianto externo. El perianto interno se compone de numerosos segmentos anchos y blancos, que rodean a centenares de estambres, y al pistilo. El fruto es una baya elipsoidal hasta casi esférica a 15 cm de largo, con escamas aisladas que, en ciertas variedades, casi no se desarrollan. El epicarpio es suave, y en algunas de sus células internas contienen cristales en rosetas. Cerca del 70% del fruto consiste de pulpa y semillas diminutas.

#### **2.2.10. Composición química**

La parte comestible (pulpa y semillas) de la pitaya ha sido reportada que es desde un 60 hasta un 80% de la fruta, con un contenido de agua de 80-88%. La pulpa es dulce y un poco ácida con un aroma suave, contiene aproximadamente 7 y 13% de azúcares reductores y sólidos solubles totales, respectivamente (Centurión et al., 2008).

Dentro de los ácidos orgánicos reportados, el ácido málico es el que se presenta en mayor proporción seguido del ac. Cítrico y ac. Oxálico con intervalos de 8.21-10.06, 0.06-0.21 y 0.07-0.16 g/kg respectivamente (Obenland et al., 2016).

La pulpa contiene además de los azúcares y ácidos, fibra, vitamina C, pectina y distintos pigmentos. En *H. andatus* se ha reportado un contenido de Ac. Ascórbico que varía de 10 a 24 mg/100 g de pulpa (Centurión et al., 2008; Ortiz & Carrillo-Salazar, 2012). También se ha reportado que contiene cantidades menores de beta caroteno, licopeno y vitamina E (Wichiehot et al., 2010).

Para Verona et al. (2020) esta fruta es una fuente rica de colorante natural debido a su alto contenido de betacianinas, que le otorgan un color intenso en la piel y pulpa, los mismos que pueden ir desde tonos rojos a púrpura. A la pitahaya se le atribuyen propiedades nutraceuticas, ya



que, se ha evidenciado que además del propósito para colorear, también proporciona beneficios nutricionales adicionales a los consumidores (Tze et al., 2012). En su composición nutricional se destaca el contenido de glucosa, betalaínas, vitaminas, ácidos orgánicos, fibra soluble dietética, fitoalbúminas y minerales constituyentes.

#### **2.2.11. *Uso de la pitahaya***

El uso principal de la pitahaya es alimenticio, sobre todo el fruto, aunque también se informa el consumo de las flores como legumbre y el de los brotes tiernos como hortaliza fresca. Las semillas son empleadas como probióticos, por su contenido de oligosacáridos, las cuales pueden constituir un ingrediente importante en alimentos funcionales y productos nutraceuticos. La pitahaya tiene gran potencial industrial debido a su alto contenido de betalaínas, pigmentos que poseen propiedades antioxidantes y son considerados como una alternativa al uso de colorantes artificiales en alimentos. La especie roja es valorada por la producción de betalaínas, por lo que la extracción y aprovechamiento de la misma ha sido objeto de amplios estudios (Montesinos et al., 2015).

Según Rodríguez (2003) como se citó en Contreras (2018) la pitahaya posee una variedad de propiedades y es beneficiosa para la salud en distintos aspectos, a continuación, se presentan los más representativos:

- Tiene bajo contenido de carbohidratos.
- Es rica en vitaminas A, B1, B2, B3 y C, además posee minerales como el fósforo, el calcio y el hierro.
- Posee propiedades antioxidantes.
- Es un buen laxante natural.

- Ayuda a regular los niveles de azúcar en la sangre.
- Ayuda a fortalecer el sistema inmunológico.
- Posibilita la formación de glóbulos rojos, glóbulos blancos y plaquetas.
- Posee propiedades cardiovasculares.
- Ayuda a disminuir los riesgos de infartos cardiacos e infartos cerebrales.
- Ayuda al organismo a reducir los niveles de presión arterial alta.
- Se utiliza para aliviar los síntomas de la gripe.
- Ayuda en la formación y mantenimiento del sistema óseo.
- Ayuda a regular los niveles de ácido úrico y el colesterol.
- Incluso se le atribuyen propiedades para prevenir el cáncer.

### III.METODO Y MATERIALES

#### 3.1. Descripción del ámbito de estudio.

Esta investigación se desarrolló en el laboratorio de Análisis y Control de Calidad de Productos Agroindustriales de la Facultad de Ciencias agrarias, de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

#### 3.2. Tipo de estudio

Investigación experimental.

#### 3.3. Método de investigación

Método de investigación cuantitativo.

#### 3.4. Variables

##### 3.4.1. *Variables independientes*

- Concentración de coagulante.
- Tiempo de contacto.

##### 3.4.2. *Variables dependientes*

- Solidos disueltos totales (TDS).
- Turbidez.

#### 3.5. Diseño experimental

Para evaluar la efectividad del coagulante de Pitahaya en la remoción de turbidez y TDS en las aguas del río Lambayeque se usó un diseño factorial 3x3. Se estudió mediante la combinación de factores de concentración y tiempo. Se realizó tres réplicas o repeticiones.

**Tabla 1**

*Diseño factorial 3X3 con tres repeticiones.*

| Variable independiente |                                       |                             |                 |
|------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| Número de<br>muestras  | Concentración de<br>coagulante (mg/L) | Tiempo de<br>contacto (min) | R<br>(Réplicas) |
| 1                      | 90                                    | 10                          | 3               |
| 2                      | 90                                    | 15                          | 3               |
| 3                      | 90                                    | 20                          | 3               |
| 4                      | 120                                   | 10                          | 3               |
| 5                      | 120                                   | 15                          | 3               |
| 6                      | 120                                   | 20                          | 3               |
| 7                      | 150                                   | 10                          | 3               |
| 8                      | 150                                   | 15                          | 3               |
| 9                      | 150                                   | 20                          | 3               |

### 3.6. Población y muestra

#### 3.6.1. Población

La población fue constituida por las aguas del río Lambayeque de la región Lambayeque.

#### 3.6.2. Muestra

La muestra fue 30 litros de agua del río Lambayeque

50 gramos de coagulante de pitahaya

### **3.7. Materiales, equipos y reactivos**

#### **3.7.1. *Materiales***

- Cuchillos
- Tela nylon
- Mortero
- Vasos de precipitado de 100 ml, 200 ml, y 1 L
- Guantes de látex
- Tamiz 200
- Galones de polietileno de 15 L
- Envases de aluminio
- Papel toalla

#### **3.7.2. *Equipos***

- Balanza analítica
- Equipo de ensayo de jarras (floculador)
- Equipo Multiparámetros
- Estufa
- Cronometro
- Cámara fotográfica
- Computadora

### **3.8. Reactivos**

- Agua destilada
- Coagulante de pitahaya

### **3.9. Procedimiento**

Esta investigación se hizo de manera experimental y se desarrolló en el laboratorio de Análisis y Control de Calidad de Productos Agroindustriales de la Facultad de ciencias agrarias de la facultad Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

Se tomó la muestra de 30 litros de agua del río Lambayeque, posteriormente se preparó una muestra de agua sin tratar y se procedió a medir la turbidez y Solidos Totales Disueltos.

Se preparó muestras de agua sin tratar en 9 vasos de precipitado de 1 L para su posterior uso en el ensayo de jarras. A continuación, se pesó 9 muestras de polvo de pitahaya (3 muestras de 90 mg., 3 muestras de 120 mg., y 3 muestras de 150 mg) para la experimentación.

Los 9 vasos de precipitado fueron colocados en equipo de ensayo de jarras (floculador), se le agregó simultáneamente el coagulante de pitahaya a cada vaso de precipitado y se inició el ensayo a una velocidad inicial de 200 rpm por 1 minuto, luego se bajó a una velocidad de 100 rpm por 10, 15 y 20 minutos (interactuando cada concentración con cada tiempo establecido). Se hizo 3 réplicas o repeticiones de este proceso.

Concluido el tiempo se dejó sedimentar por 30 min. Pasado ese tiempo se procedió a separar el agua del sedimento y se hizo el análisis de turbidez y TDS de cada muestra.

El análisis se hizo en un equipo Multiparámetro, donde se efectuó el análisis de cada una de las muestras realizadas.

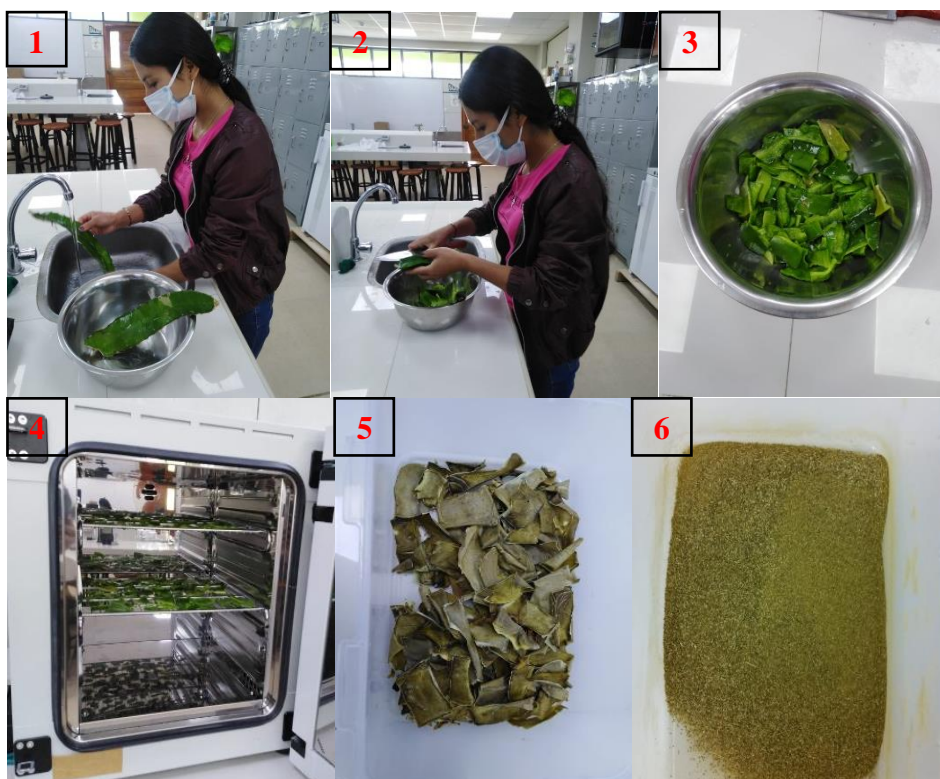
### 3.10. Técnicas de experimentación

Se realizó las siguientes operaciones:

- Obtención del coagulante de pitahaya

**Figura 2**

*Preparación del coagulante del tallo de Pitahaya antes del ensayo de jarras.*



1. Separación de espinas y lavado de la pitahaya
2. Pelado de la pitahaya
3. Corte de la pitahaya en trozos pequeños
4. Secado de la pitahaya en una estufa (80°C por 24 horas)
5. Pitahaya después del secado
6. Coagulante en polvo triturado y tamizado en una malla 200 (0.5 mm)

- Análisis del agua antes del tratamiento con coagulante

**Figura 3**

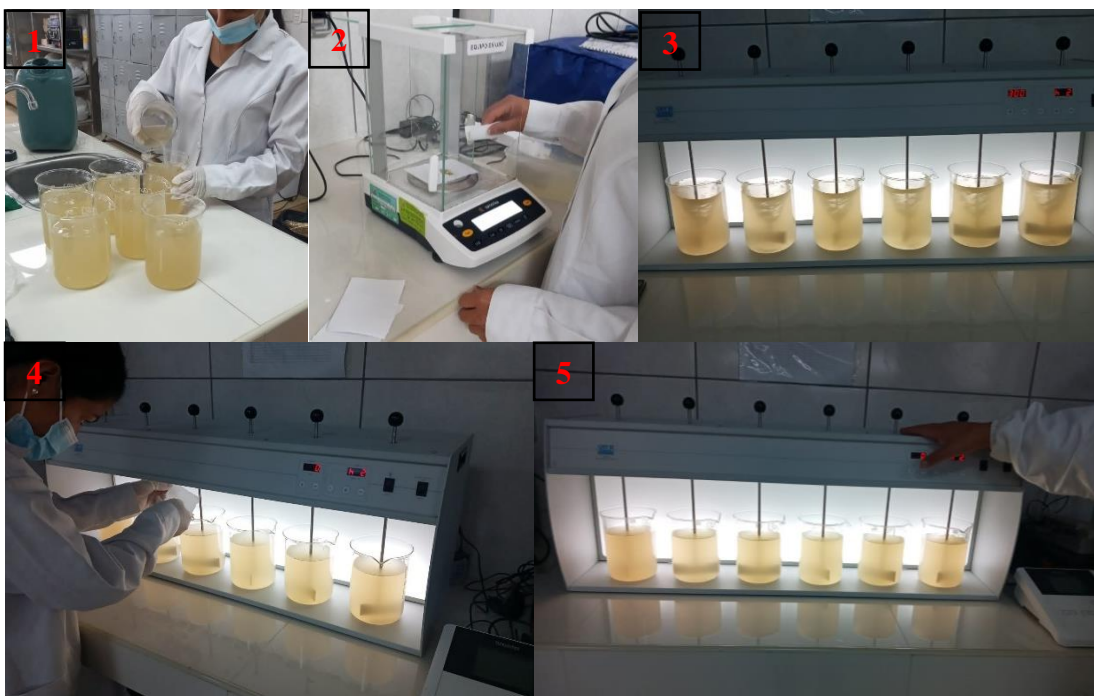
*Medida de la turbidez y TDS del agua antes del tratamiento con coagulante.*



- Ejecución del ensayo de jarras

**Figura 4**

*Puesta en marcha de la prueba de jarras en el agua.*





1. Medida de muestras de agua en vasos de precipitado de 1 litro
  2. Pesado de muestras de coagulante de pitahaya (90, 120, 150 mg)
  3. Acondicionamiento de las muestras en el equipo (floculador)
  4. Adición del coagulante en cada una de las muestras
  5. Proceso de coagulación
- Sedimentación de la muestra

### **Figura 5**

*Muestra de agua después de la sedimentación.*



- Análisis de las muestras de agua después del tratamiento con coagulante

**Figura 6**

*Medida de la turbidez y TDS del agua tratada con coagulante.*



## IV.RESULTADOS

**Tabla 2**

*Características del agua del río Lambayeque antes del tratamiento.*

| Parámetro | Cantidad |
|-----------|----------|
| Turbidez  | 228 NTU  |
| TDS       | 390 mg/l |

**Tabla 3**

*Características del agua del río Lambayeque después del tratamiento.*

| Concentración de<br>coagulante (mg/L) | Tiempo (min) | Turbidez<br>(promedio) | Solidos Totales<br>Disueltos (promedio) |
|---------------------------------------|--------------|------------------------|---|
| 90                                    | 10           | 43.4                   | 270.1                                   |
|                                       | 15           | 39.8                   | 310.0                                   |
|                                       | 20           | 43.0                   | 290.1                                   |
| 120                                   | 10           | 53.0                   | 289.8                                   |
|                                       | 15           | 44.5                   | 300.5                                   |
|                                       | 20           | 52.0                   | 310.1                                   |
| 150                                   | 10           | 54.7                   | 309.9                                   |
|                                       | 15           | 50.8                   | 289.7                                   |
|                                       | 20           | 46.3                   | 309.8                                   |

#### 4.1. Análisis estadísticos de los resultados:

**Tabla 4**

*Turbidez promedio en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya y tiempo empleado.*

| Concentración de coagulante (mg/L) | Tiempo (min) | Media | Desv. Desviación | n  |
|------------------------------------|--------------|-------|------------------|----|
| 90                                 | 10           | 43.43 | 0.21             | 3  |
|                                    | 15           | 39.77 | 0.49             | 3  |
|                                    | 20           | 43.00 | 0.20             | 3  |
|                                    | Total        | 42.07 | 1.76             | 9  |
| 120                                | 10           | 52.97 | 0.25             | 3  |
|                                    | 15           | 44.50 | 0.30             | 3  |
|                                    | 20           | 51.97 | 0.31             | 3  |
|                                    | Total        | 49.81 | 4.01             | 9  |
| 150                                | 10           | 54.70 | 0.20             | 3  |
|                                    | 15           | 50.77 | 0.78             | 3  |
|                                    | 20           | 46.27 | 0.15             | 3  |
|                                    | Total        | 50.58 | 3.68             | 9  |
| Total                              | 10           | 50.37 | 5.26             | 9  |
|                                    | 15           | 45.01 | 4.80             | 9  |
|                                    | 20           | 47.08 | 3.94             | 9  |
|                                    | Total        | 47.49 | 5.04             | 27 |

En la tabla 4, se observa la turbidez promedio (media) y la desviación estándar con respecto a la media para cada una de las concentraciones y tiempos.

**Tabla 5**

*Análisis de la turbidez en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya y tiempo empleado para evaluar la remoción.*

| Origen           | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F          | Sig.  |
|------------------|-------------------------------|----|------------------|------------|-------|
| Modelo corregido | 658,374 <sup>b</sup>          | 8  | 82.297           | 597.315    | 0.000 |
| Intersección     | 60880.756                     | 1  | 60880.756        | 441876.454 | 0.000 |
| Concentración    | 399.010                       | 2  | 199.505          | 1448.019   | 0.000 |
| Tiempo           | 131.310                       | 2  | 65.655           | 476.527    | 0.000 |
| Concentración *  |                               |    |                  |            |       |
| Tiempo           | 128.055                       | 4  | 32.014           | 232.358    | 0.000 |
| Error            | 2.480                         | 18 | 0.138            |            |       |
| Total            | 61541.610                     | 27 |                  |            |       |
| Total corregido  | 660.854                       | 26 |                  |            |       |

*Nota.* b. R al cuadrado = .996 (R al cuadrado ajustada = .995)

En la tabla 5, se observa que el modelo corregido es altamente significativo ( $p < 0.01$ ), este resultado indica que el modelo explica una parte significativa de la variación observada en la variable dependiente remoción de turbidez del agua del río Lambayeque. El valor  $R^2 = 0.996$  indica que los tres efectos incluidos en el modelo concentración de coagulante natural de Pitahaya, tiempo empleado y concentración de coagulante natural de Pitahaya \*tiempo empleado explican el 99.6% de la varianza de la variable dependiente remoción de turbidez del agua del río Lambayeque.

La fila intersección indica sobre la constante del modelo la cual forma parte del modelo y es necesaria para obtener las estimaciones de las medias en cada casilla.

En la fila correspondiente a concentración de coagulante natural de Pitahaya, se observa que la remoción de turbidez promedio del agua del río Lambayeque difiere muy significativamente según la concentración de coagulante natural de Pitahaya ( $p < 0.01$ ).

En la fila correspondiente al tiempo empleado, se observa que la remoción de turbidez promedio del agua del río Lambayeque varía muy significativamente según el tiempo empleado ( $p < 0.01$ ).

En la fila correspondiente a concentración de coagulante natural de Pitahaya\* tiempo empleado se evalúa el efecto de la interacción entre la concentración de coagulante natural de Pitahaya y el tiempo empleado, donde se aprecia un efecto altamente significativo de la interacción entre la concentración de coagulante natural de Pitahaya y el tiempo empleado sobre la remoción de turbidez en agua del río Lambayeque ( $p < 0.01$ ).

**Tabla 6**

*Prueba Post Hoc de comparaciones múltiples para analizar la turbidez (variable dependiente) en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya.*

|                                       |     | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig.  | Intervalo de confianza al 95% |                 |
|---------------------------------------|-----|----------------------------|-------------|-------|-------------------------------|-----------------|
| (I)Concentración de coagulante (mg/L) |     |                            |             |       | Límite inferior               | Límite superior |
| 90                                    | 120 | -7,74**                    | 0.17        | 0.000 | -8.21                         | -7.28           |
|                                       | 150 | -8,51**                    | 0.17        | 0.000 | -8.98                         | -8.04           |
| 120                                   | 90  | 7,74**                     | 0.17        | 0.000 | 7.28                          | 8.21            |
|                                       | 150 | -,77**                     | 0.17        | 0.001 | -1.23                         | -0.30           |
| 150                                   | 90  | 8,51**                     | 0.17        | 0.000 | 8.04                          | 8.98            |
|                                       | 120 | ,77**                      | 0.17        | 0.001 | 0.30                          | 1.23            |

*Nota.* Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = . 138.a

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De la tabla 6, se tiene que todos los grupos difieren significativamente, en el caso de utilizar una concentración de coagulante de 150 mg/L en comparación con una concentración de coagulante de 90 mg/L la diferencia promedio de turbidez es de 8.51 ( $p < 0.01$ ), si se utilizara una concentración de coagulante de 150 mg/L en comparación con una concentración de coagulante de 120 mg/L la diferencia promedio de turbidez es de 0.77( $p < 0.01$ ) y si se utilizara una

concentración de coagulante de 120 mg/L en comparación con una concentración de coagulante de 90 mg/L la diferencia promedio de turbidez es de 7.74 ( $p < 0.01$ ).

**Tabla 7**

*Subconjuntos homogéneos para analizar la turbidez en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya.*

| Scheffe <sup>b,c</sup>             |   |             |         |         |
|------------------------------------|---|-------------|---------|---------|
| Concentración de coagulante (mg/L) | n | Subconjunto |         |         |
|                                    |   | 1           | 2       | 3       |
| 90                                 | 9 | 42.0667     |         |         |
| 120                                | 9 |             | 49.8111 |         |
| 150                                | 9 |             |         | 50.5778 |
| Sig.                               |   | 1.000       | 1.000   | 1.000   |

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

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .138.a

b. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

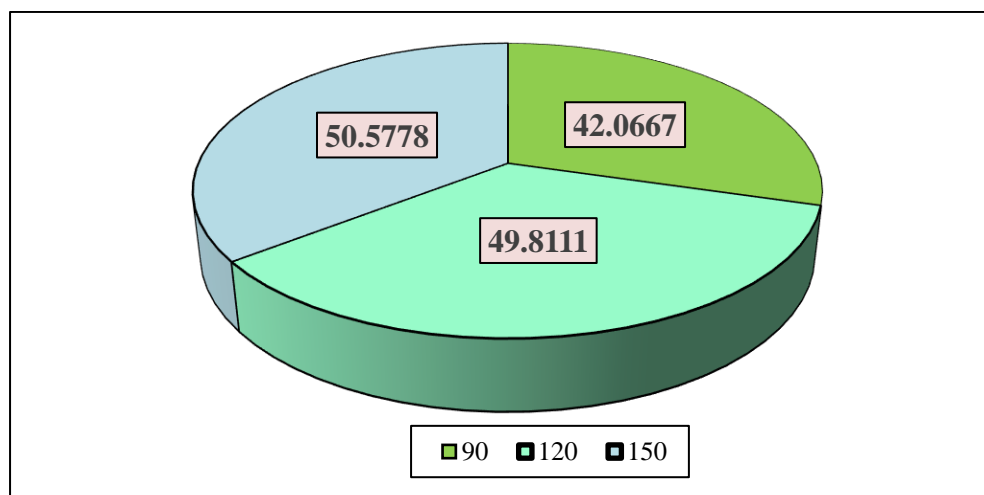
c. Alfa = 0.05.

De la tabla 7, se observa que al emplear una concentración de coagulante de 90 mg/L la remoción de turbidez promedio resultó 42.07, al emplear una concentración de coagulante de 120 mg/L la remoción de turbidez promedio resultó 49.81 y al emplear una concentración de coagulante de 150 mg/L la remoción de turbidez promedio resultó 50.58.



**Figura 7**

*Subconjuntos homogéneos para analizar la turbidez en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya.*

**Tabla 8**

*Prueba Post Hoc de comparaciones múltiples para analizar la turbidez en agua del río Lambayeque según el tiempo empleado para la evaluar la remoción.*

| (I) Tiempo de contacto (min) |    | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig.  | Intervalo de confianza al 95% |                 |
|------------------------------|----|----------------------------|-------------|-------|-------------------------------|-----------------|
|                              |    |                            |             |       | Límite inferior               | Límite superior |
| 10                           | 15 | 5,36*                      | 0.17        | 0.000 | 4.89                          | 5.82            |
|                              | 20 | 3,29*                      | 0.17        | 0.000 | 2.82                          | 3.76            |
| 15                           | 10 | -5,36*                     | 0.17        | 0.000 | -5.82                         | -4.89           |
|                              | 20 | -2,07*                     | 0.17        | 0.000 | -2.53                         | -1.60           |
| 20                           | 10 | -3,29*                     | 0.17        | 0.000 | -3.76                         | -2.82           |
|                              | 15 | 2,07*                      | 0.17        | 0.000 | 1.60                          | 2.53            |

*Nota.* Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .138.a

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De la tabla 8, se tiene que todos los grupos difieren significativamente, en el caso de utilizar un tiempo de contacto de 10 minutos en comparación con un tiempo de contacto de 15 minutos la diferencia promedio de turbidez es de 5.36 ( $p < 0.01$ ), si se utilizara un tiempo de contacto de 10 minutos en comparación con un tiempo de contacto de 20 minutos la diferencia promedio de turbidez es de 3.29 ( $p < 0.01$ ) y si se utilizara un tiempo de contacto de 20 minutos en comparación con un tiempo de contacto de 15 minutos la diferencia promedio de turbidez es de 2.07 ( $p < 0.01$ ).

**Tabla 9**

*Subconjuntos homogéneos para analizar la turbidez en agua del río Lambayeque según el tiempo empleado para evaluar la remoción.*

| Tiempo de contacto (min) | N | Subconjunto |         |         |
|--------------------------|---|-------------|---------|---------|
|                          |   | 1           | 2       | 3       |
| 15                       | 9 | 45.0111     |         |         |
| 20                       | 9 |             | 47.0778 |         |
| 10                       | 9 |             |         | 50.3667 |
| Sig.                     |   | 1.000       | 1.000   | 1.000   |

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

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = .138.a

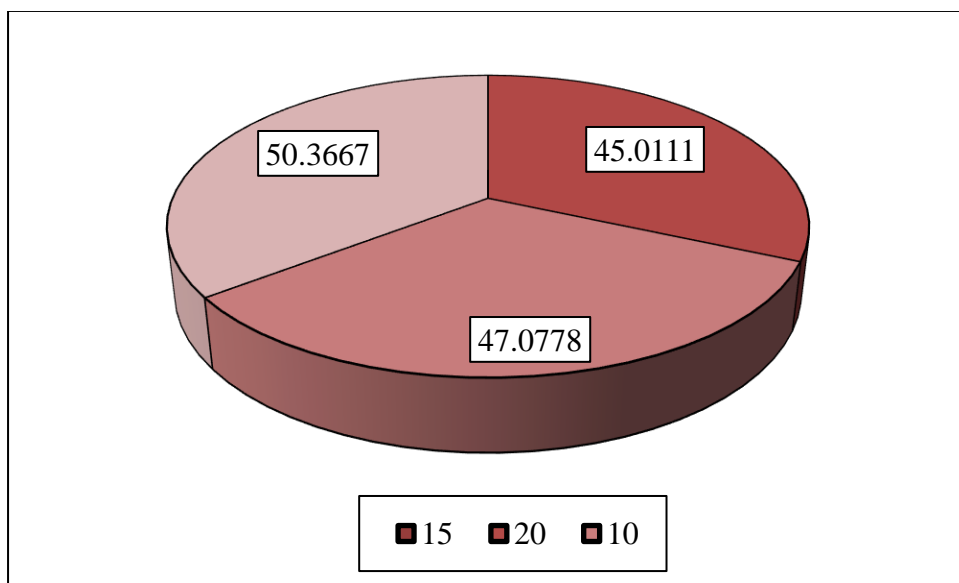
b. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

c. Alfa = 0.05.

De la tabla 9, se observa que al emplear un tiempo de 15 minutos la remoción de turbidez promedio resultó 45.01, al emplear un tiempo de 20 minutos la remoción de turbidez promedio resultó 47.08 y al emplear un tiempo de 10 minutos la remoción de turbidez promedio resultó 50.37.

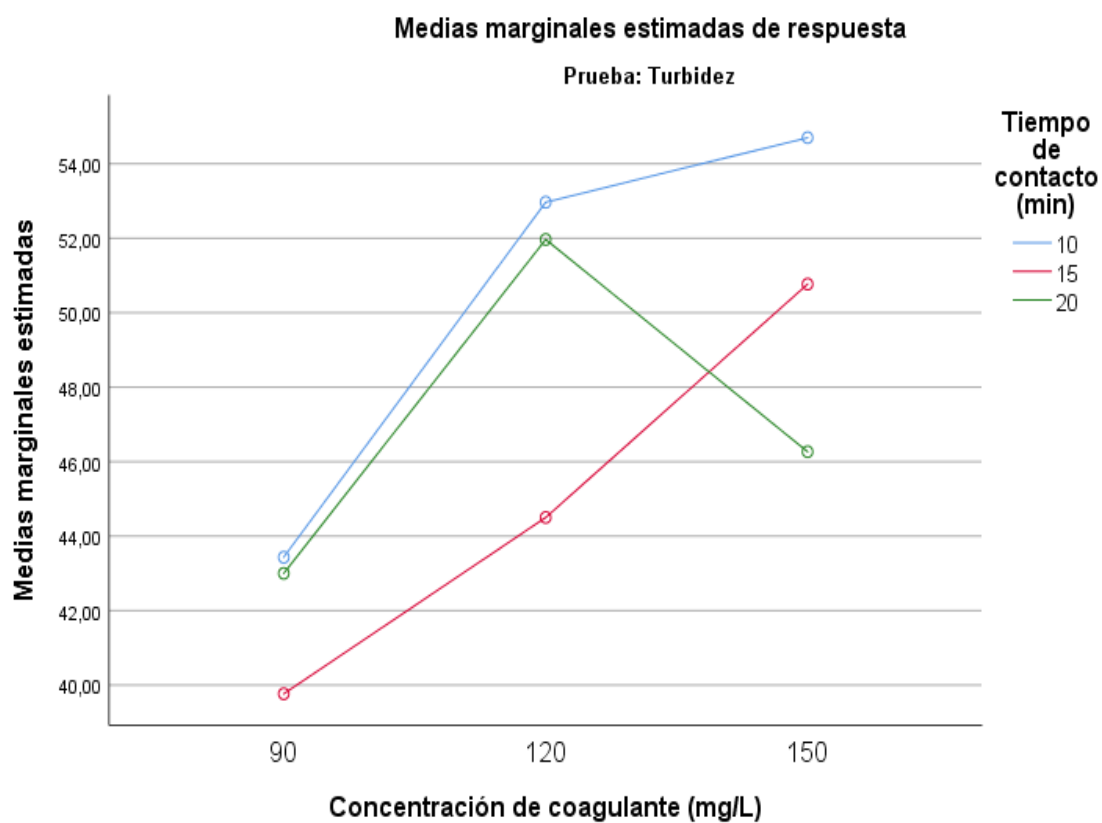
### Figura 8

*Subconjuntos homogéneos para analizar la turbidez en aguas del río Lambayeque según el tiempo empleado para evaluar la remoción.*



**Figura 9**

*Interacción de la concentración de coagulante natural de Pitahaya y el tiempo de contacto en la turbidez del río Lambayeque.*



**Tabla 10**

*Sólidos totales disueltos promedio en el agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya y tiempo empleado para evaluar la remoción.*

| Concentración de coagulante (mg/L) | Tiempo | Media  | Desv. Desviación | n  |
|------------------------------------|--------|--------|------------------|----|
| 90                                 | 10     | 270.07 | 0.31             | 3  |
|                                    | 15     | 310.03 | 0.55             | 3  |
|                                    | 20     | 290.13 | 1.31             | 3  |
|                                    | Total  | 290.08 | 17.32            | 9  |
| 120                                | 10     | 289.80 | 2.21             | 3  |
|                                    | 15     | 300.53 | 2.35             | 3  |
|                                    | 20     | 310.07 | 0.60             | 3  |
|                                    | Total  | 300.13 | 8.93             | 9  |
| 150                                | 10     | 309.87 | 1.70             | 3  |
|                                    | 15     | 289.67 | 4.11             | 3  |
|                                    | 20     | 309.80 | 2.41             | 3  |
|                                    | Total  | 303.11 | 10.40            | 9  |
| Total                              | 10     | 289.91 | 17.29            | 9  |
|                                    | 15     | 300.08 | 9.14             | 9  |
|                                    | 20     | 303.33 | 10.00            | 9  |
|                                    | Total  | 297.77 | 13.51            | 27 |

**Tabla 11**

*Análisis de sólidos totales disueltos en agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya y tiempo empleado para evaluar la remoción.*

| Origen                    | Tipo III de suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F          | Sig.  |
|---------------------------|-------------------------------|----|------------------|------------|-------|
| Modelo corregido          | 4665,785 <sup>b</sup>         | 8  | 583.223          | 136.610    | 0.000 |
| Intersección              | 2394073.778                   | 1  | 2394073.778      | 560770.296 | 0.000 |
| Concentración             | 839.547                       | 2  | 419.774          | 98.325     | 0.000 |
| Tiempo                    | 882.347                       | 2  | 441.174          | 103.337    | 0.000 |
| Concentración *<br>Tiempo | 2943.890                      | 4  | 735.973          | 172.389    | 0.000 |
| Error                     | 76.847                        | 18 | 4.269            |            |       |
| Total                     | 2398816.410                   | 27 |                  |            |       |
| Total corregido           | 4742.632                      | 26 |                  |            |       |

*Nota.* b. R al cuadrado = .984 (R al cuadrado ajustada = .977)

La fila modelo corregido se refiere a todos los efectos del modelo tomados juntos (el efecto de los dos factores), el de la interacción y el de la constante o intersección. En la tabla 11, se puede observar que el modelo corregido es altamente significativo ( $p < 0.01$ ), este resultado indica que el modelo explica una parte significativa de la variación observada en la variable dependiente sólidos totales disueltos en el agua del río Lambayeque. El valor  $R^2 = 0.984$  indica que los tres efectos incluidos en el modelo concentración de coagulante natural de Pitahaya, tiempo empleado y concentración de coagulante natural de Pitahaya \*tiempo empleado explican el 99.6% de la varianza de la variable dependiente sólidos totales disueltos en el agua del río Lambayeque.

La fila intersección informa sobre la constante del modelo. Esta constante forma parte del modelo y es necesaria para obtener las estimaciones de las medias en cada casilla.

En la fila correspondiente a concentración de coagulante natural de Pitahaya, se observa que los sólidos totales disueltos promedio en el agua del río Lambayeque difiere muy significativamente según la concentración de coagulante natural de Pitahaya ( $p < 0.01$ ).

En la fila correspondiente al tiempo empleado, se observa que los sólidos totales disueltos promedio en el agua del río Lambayeque varía muy significativamente según el tiempo empleado ( $p < 0.01$ ).

En la fila correspondiente a concentración de coagulante natural de Pitahaya\* tiempo empleado se evalúa el efecto de la interacción entre la concentración de coagulante natural de Pitahaya y el tiempo empleado, donde se aprecia un efecto altamente significativo de la interacción entre la concentración de coagulante natural de Pitahaya y el tiempo empleado sobre los sólidos totales disueltos en el agua del río Lambayeque ( $p < 0.01$ ).

**Tabla 12**

*Prueba Post Hoc de comparaciones múltiples para analizar los sólidos totales disueltos en el agua del río Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya.*

| (I) Concentración de coagulante (mg/L) |     | Diferencia de medias (I-J) | Desv. Error | Sig.  | Intervalo de confianza al 95% |                 |
|--|-----|----------------------------|-------------|-------|-------------------------------|-----------------|
|  |     |                            |             |       | Límite inferior               | Límite superior |
| 90                                     | 120 | -10,06**                   | 0.97        | 0.000 | -12.65                        | -7.46           |
|  | 150 | -13,03**                   | 0.97        | 0.000 | -15.63                        | -10.44          |
| 120                                    | 90  | 10,06**                    | 0.97        | 0.000 | 7.46                          | 12.65           |
|  | 150 | -2,98*                     | 0.97        | 0.023 | -5.57                         | -0.38           |
| 150                                    | 90  | 13,03**                    | 0.97        | 0.000 | 10.44                         | 15.63           |
|  | 120 | 2,98*                      | 0.97        | 0.023 | 0.38                          | 5.57            |

*Nota.* Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 4.269.a

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De la tabla 12, se tiene que todos los grupos difieren significativamente, en el caso de utilizar una concentración de coagulante de 150 mg/L en comparación con una concentración de coagulante de 90 mg/L la diferencia promedio de sólidos totales disueltos es de 13.03 ( $p < 0.01$ ), si se utilizara una concentración de coagulante de 150 mg/L en comparación con una concentración de coagulante de 120 mg/L la diferencia promedio sólidos totales disueltos es de 2.98 ( $p < 0.01$ ) y si se utilizara una concentración de coagulante de 120 mg/L en comparación con una concentración de coagulante de 90 mg/L la diferencia promedio de sólidos totales disueltos es de 10.06 ( $p < 0.01$ ).



**Tabla 13**

*Subconjuntos homogéneos para analizar los sólidos totales disueltos en el agua del río*

*Lambayeque según la concentración de coagulante natural de Pitahaya.*

| Scheffe <sub>b,c</sub>             |   |             |          |          |
|------------------------------------|---|-------------|----------|----------|
| Concentración de coagulante (mg/L) | N | Subconjunto |          |          |
|                                    |   | 1           | 2        | 3        |
| 90                                 | 9 | 290.0778    |          |          |
| 120                                | 9 |             | 300.1333 |          |
| 150                                | 9 |             |          | 303.1111 |
| Sig.                               |   | 1.000       | 1.000    | 1.000    |

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

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 4.269.a

b. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

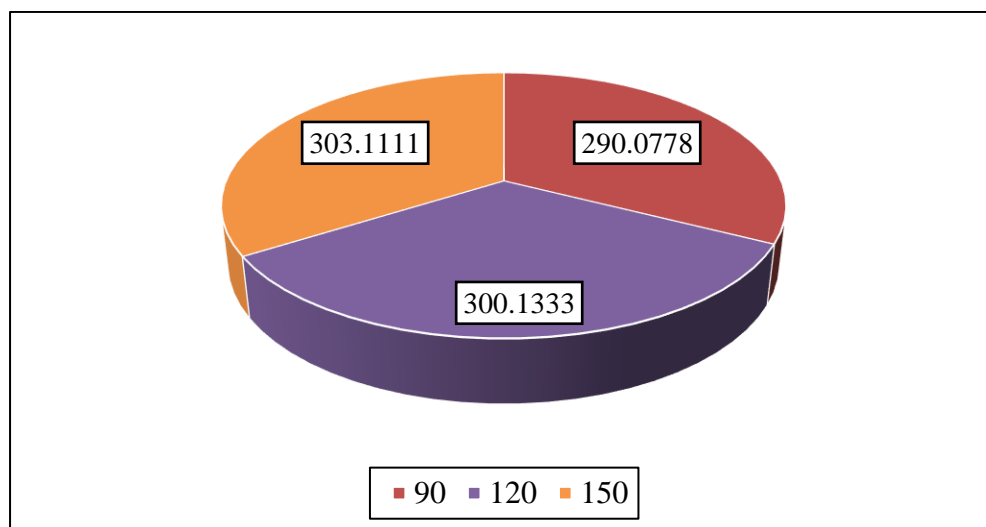
c. Alfa = .05.

De la tabla 13, se observa que al emplear una concentración de coagulante de 90 mg/L los sólidos totales disueltos promedio resultó 290.08, al emplear una concentración de coagulante de 120 mg/L la remoción de sólidos totales disueltos promedio resultó 300.13 y al emplear una concentración de coagulante de 150 mg/L la remoción de sólidos totales disueltos promedio resultó 303.11.

**Figura 10**

*Subconjuntos homogéneos para analizar los sólidos totales disueltos en aguas del río*

*Lambayeque según la concentración empleada para evaluar la remoción.*

**Tabla 14**

*Prueba Post Hoc de comparaciones múltiples para analizar los sólidos totales disueltos en el*

*agua del río Lambayeque según el tiempo empleado para evaluar la remoción.*

|                        |    |               |       |       | Intervalo de confianza al |          |
|------------------------|----|---------------|-------|-------|---------------------------|----------|
| (I) Tiempo de contacto |    | Diferencia de | Desv. | Sig.  | 95%                       |          |
| (min)                  |    | medias (I-J)  | Error |       | Límite                    | Límite   |
|                        |    |               |       |       | inferior                  | superior |
| 10                     | 15 | -10,17**      | 0.97  | 0.000 | -12.76                    | -7.57    |
|                        | 20 | -13,42**      | 0.97  | 0.000 | -16.02                    | -10.83   |
| 15                     | 10 | 10,17**       | 0.97  | 0.000 | 7.57                      | 12.76    |
|                        | 20 | -3,26*        | 0.97  | 0.013 | -5.85                     | -0.66    |
| 20                     | 10 | 13,42**       | 0.97  | 0.000 | 10.83                     | 16.02    |
|                        | 15 | 3,26*         | 0.97  | 0.013 | 0.66                      | 5.85     |

*Nota.* Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 4.269.a

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

De la tabla 14, se tiene que todos los grupos difieren significativamente, en el caso de utilizar un tiempo de contacto de 15 minutos en comparación con un tiempo de contacto de 10 minutos la diferencia promedio de sólidos totales disueltos es de 10.17 ( $p < 0.01$ ), si se utilizara un tiempo de contacto de 20 minutos en comparación con un tiempo de contacto de 10 minutos la diferencia promedio de sólidos totales disueltos es de 13.42 ( $p < 0.01$ ) y si se utilizara un tiempo de contacto de 20 minutos en comparación con un tiempo de contacto de 15 minutos la diferencia promedio de sólidos totales disueltos es de 3.26 ( $p < 0.01$ )

**Tabla 15**

*Subconjuntos homogéneos para analizar los sólidos totales disueltos en agua del río*

*Lambayeque según el tiempo para evaluar a remoción.*

---

Scheffeb,c

| Tiempo de<br>contacto (min) | N | Subconjunto |          |          |
|-----------------------------|---|-------------|----------|----------|
|                             |   | 1           | 2        | 3        |
| 10                          | 9 | 289.9111    |          |          |
| 15                          | 9 |             | 300.0778 |          |
| 20                          | 9 |             |          | 303.3333 |
| Sig.                        |   | 1.000       | 1.000    | 1.000    |

---

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

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 4.269.a

b. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 9.000.

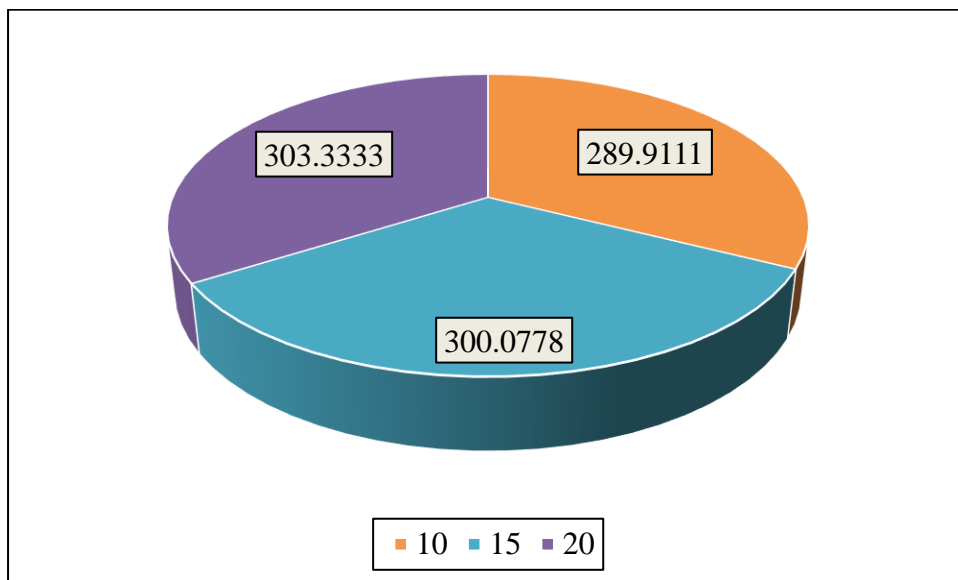
c. Alfa = 0.05.

De la tabla 15, se observa que al emplear un tiempo de 10 minutos los sólidos totales disueltos promedio resultó 289.11, al emplear un tiempo de 15 minutos los sólidos totales disueltos promedio resultó 300.08 y al emplear un tiempo de 20 minutos los sólidos totales disueltos promedio resultó 303.33.

**Figura 11**

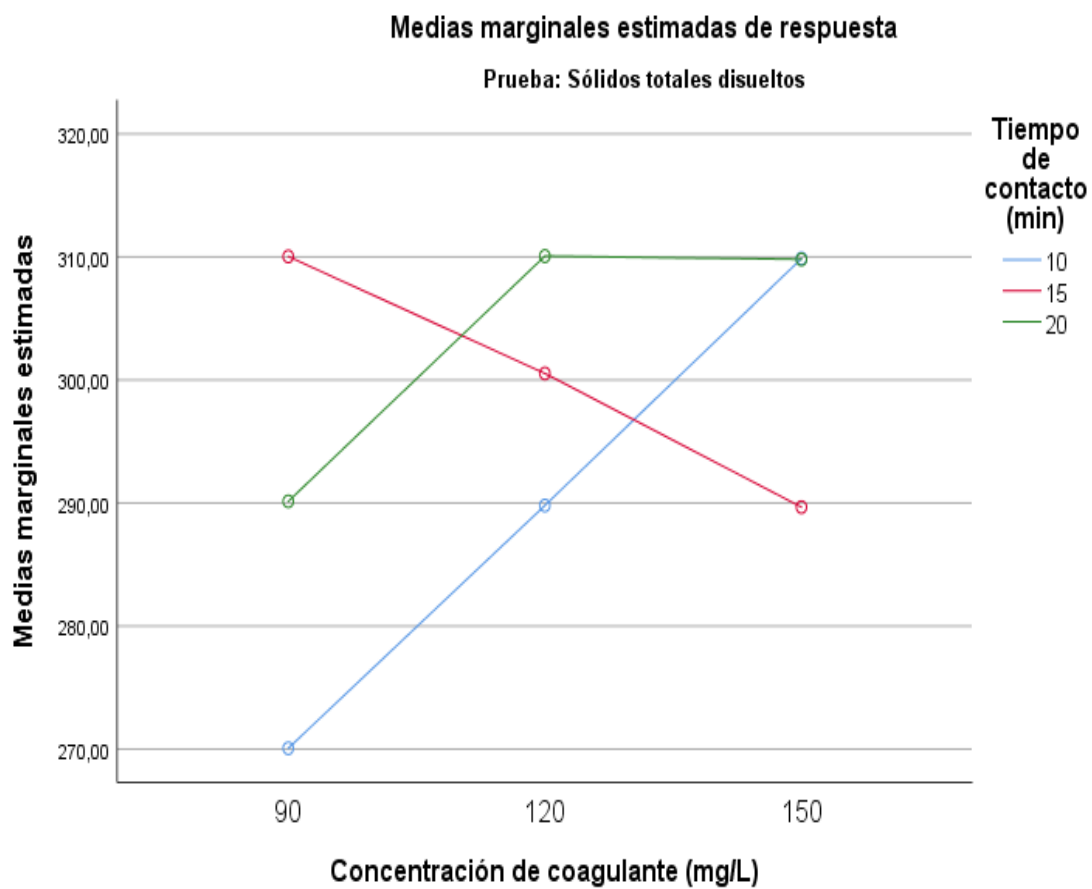
*Subconjuntos homogéneos para analizar los sólidos totales disueltos en agua del río*

*Lambayeque según el tiempo empleado para evaluar la remoción.*



**Figura 12**

*Interacción de la concentración de coagulante natural de Pitahaya y el tiempo de contacto en los sólidos totales disueltos en agua del río Lambayeque.*



**Tabla 16**

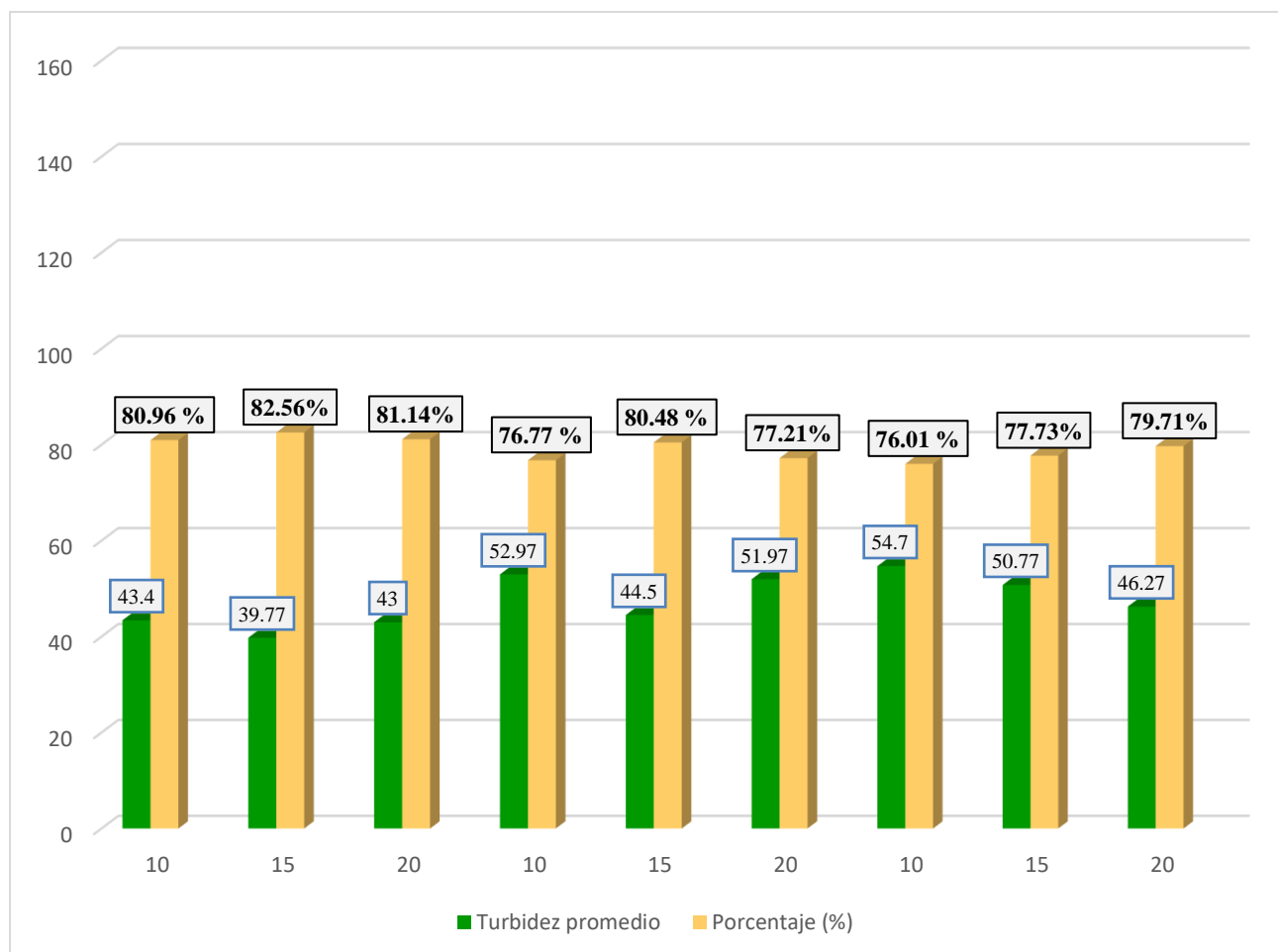
*Porcentajes de remoción de turbidez según la concentración y tiempo empleado.*

| Concentración de<br>coagulante (mg/L) | Tiempo<br>(min) | Turbidez<br>promedio | Porcentaje<br>(%) |
|---------------------------------------|-----------------|----------------------|-------------------|
| 90                                    | 10              | 43.4                 | 80.96             |
|                                       | 15              | 39.77                | 82.56             |
|                                       | 20              | 43                   | 81.14             |
| 120                                   | 10              | 52.97                | 76.77             |
|                                       | 15              | 44.5                 | 80.48             |
|                                       | 20              | 51.97                | 77.21             |
| 150                                   | 10              | 54.7                 | 76.01             |
|                                       | 15              | 50.77                | 77.73             |
|                                       | 20              | 46.27                | 79.71             |

De la tabla 16, observamos que el porcentaje de remoción de turbidez más alto es de 82. 56% el cual se logra al emplear una concentración de 90 mg/L, con un tiempo de 15 min.

**Figura 13**

*Porcentajes de remoción de turbidez según la concentración y tiempo empleado.*



**Tabla 17**

*Porcentajes de remoción de sólidos disueltos según la concentración y tiempo empleado.*

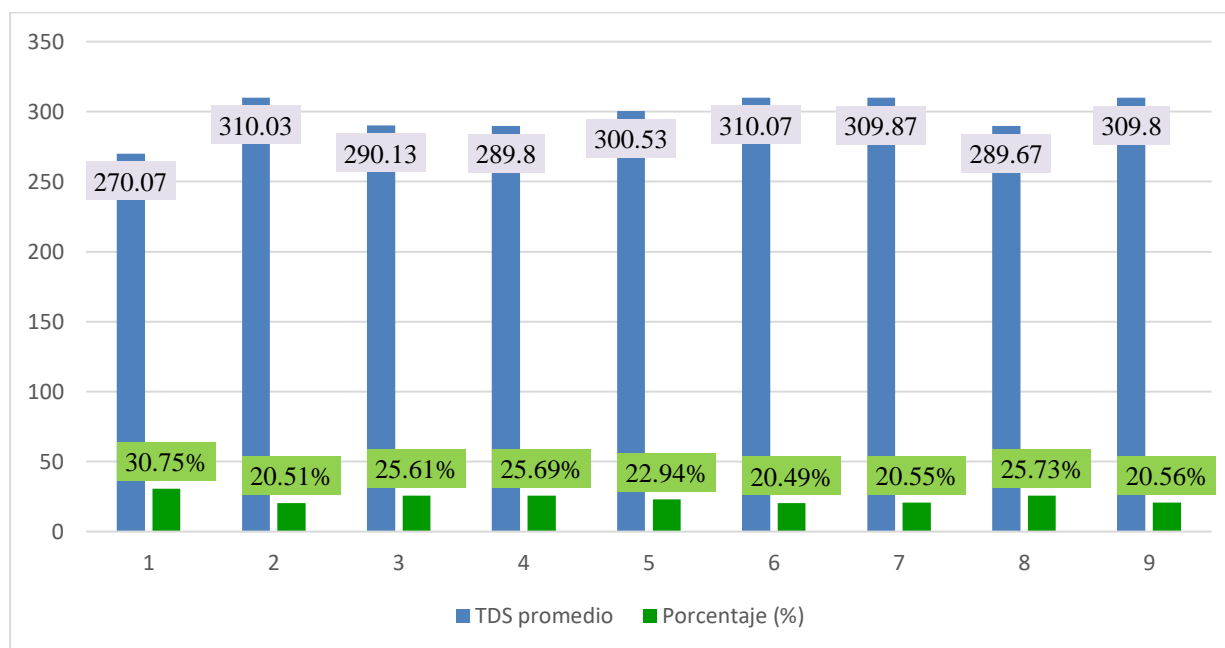
| Concentración de<br>coagulante (mg/L) | Tiempo<br>(min) | TDS promedio | Porcentaje<br>(%) |
|---------------------------------------|-----------------|--------------|-------------------|
| 90                                    | 10              | 270.07       | 30.75             |
|                                       | 15              | 310.03       | 20.51             |
|                                       | 20              | 290.13       | 25.61             |
| 120                                   | 10              | 289.8        | 25.69             |
|                                       | 15              | 300.53       | 22.94             |
|                                       | 20              | 310.07       | 20.49             |
| 150                                   | 10              | 309.87       | 20.55             |
|                                       | 15              | 289.67       | 25.73             |
|                                       | 20              | 309.8        | 20.56             |

De la tabla 17, observamos que el porcentaje de remoción de TDS más alto es de 30.75% el cual se logra al emplear una concentración de 90 mg/L, con un tiempo de 10 min.



**Figura 14**

*Porcentajes de remoción de sólidos totales disueltos según la concentración y tiempo empleado.*



## V. DISCUSIÓN

El mayor porcentaje de remoción de turbidez alcanzado es de 82.6 % con una concentración de 90 mg/L y un tiempo de contacto de 15 min, una disminución de turbidez de 228 NTU a 39.77 NTU, lo cual guarda relación con los resultados de Shafad, Ahamad, Idris, Abidin (2013) quienes logran obtener un porcentaje de remoción de 95,3% utilizando una dosis de 20 mg/L y un tiempo de 25 min.

Para los TDS se muestra el mayor porcentaje de remoción de 30.75 %, con una concentración de 90 mg/L y un tiempo de contacto de 10 min, una disminución de 390 mg/L a 270.07 mg/L; mientras que Contreras (2018) quien obtuvo un porcentaje de remoción de 32.17 % usando una dosis d 40 mg/ L y un tiempo de 30 min, lo cual concuerda con los datos obtenidos.

Según los resultados, se logra una efectividad importante con cada una de las dosis aplicadas (90 mg/L, 120 mg/L Y 150 mg/L) logrando valores cercanos con cada dosis sin embargo la mayor efectividad de remoción se logra aplicando una concentración de 90 mg/L en un tiempo de 15 min para turbidez y 10 min para TDS.

## VI. CONCLUSIONES

Se elaboró el coagulante natural de 1/2 kg de tallo de pitahaya, se quitó las espinas, posteriormente se hizo el lavado, corte, secado (a 80°C por 24 h), triturado y tamizado (en malla 200) obteniendo un polvo fino de 0.5 mm.

Se aplicó el coagulante con dosis de 90 mg/L, 120 mg/L y 150 mg/L (9 muestras de cada uno), preparando muestras de agua en vasos de precipitado de 1 L (27 muestras), posteriormente la aplicación se dio mediante el ensayo de jarras el cual se hizo con una velocidad inicial de 200 rpm por 1 min disminuyendo luego a 100 rpm por cada tiempo establecido (10, 15 y 20 min), finalmente dejando sedimentar por 30 min.

Se encontró la dosis más efectiva para la remoción de turbidez la cual es de 90 mg/L y un tiempo de 15 min, con lo cual se logró una remoción de 82.6 %; y la dosis más efectiva para la remoción de TDS es de 90 mg/L y un tiempo de 10 min, logrando remover un 30.75 % de TDS, demostrando así que el tallo de pitahaya presenta gran efectividad como coagulante alternativo para eliminar la turbidez y TDS en aguas del río Lambayeque.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Recomendamos aplicar otros métodos de extracción de coagulante de pitahaya con el fin de aprovechar al máximo el mucilago y así obtener mejores resultados.
- Realizar estudios con otras concentraciones de coagulante, otros tiempos y hacer comparaciones para poder determinar una dosis óptima.
- Efectuar una caracterización química del coagulante obtenido con el fin de conocer la composición química que posee y cómo influye en el proceso de coagulación.
- Combinar el coagulante de pitahaya con otro coagulante natural y hacer comparaciones.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

- Apaza Aquino, H. (2013). Utilización de Tuna (opuntia ficus-indica) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas (Tesis de Maestría, Universidad Católica Santa María).  
<https://cies.org.pe/sites/default/files/investigaciones/tratamiento-ecologico.pdf>
- Banco Mundial. (31 de Diciembre de 2013). *Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas*.  
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/01/02/rios-de-latinoamerica-contaminados>
- Bauer, R. (2003). A synopsis of the tribe Hylocereeae F.Buxb. *Cactaceae Systematics Initiatives*, 17, 6-63. doi:<https://doi.org/10.11646/phytotaxa.327.1.1>
- Bautista García, M. (2019). Uso de harina de Pitahaya (Hylocereus megalanthus (K. Schum. ex Vaupel) Ralf Bauer), Melocactus (Melocactus peruvianus Vaupel) y Penco (Opuntia macbridei Britton & Rose) para remover turbidez en agua sin tratamiento destinada para el consumo humano en la. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/1826>
- CAF - Banco de Desarrollo de América Latina. (13 de Febrero de 2006). La contaminación del agua un problema mundial y local. *Curso para el Desarrollo de Planes de Saneamiento de Aguas Residuales en los Países Andinos*. Lima, Perú.  
<https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2006/02/la-contaminacion-del-agua-un-problema-mundial-y-local/#:~:text=%2D%20Las%20grandes%20ciudades%20se%20han,control%20de%20la%20contaminaci%C3%B3n%20ambiental>.
- Centurión Yah, A., Solís Pereira, S., Saucedo Veloz, C., Báez Sañudo, R., & Sauri Duch, E. (2008). Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (Hylocereus undatus) durante su desarrollo. *Revista Fitotecnica Mexicana*, 31(1), 1-2.  
doi:<https://doi.org/10.35196/rfm.2008.1.1>

- Chapman, D., & Kimstach, V. (1992). Selection of Water Quality Variables. *Water Quality Assessments*, 51-119. (D. Chapman, Ed.)  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/resourcesquality/wqachapter3.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/wqachapter3.pdf)
- Chóez Soledispa, F. V., & Vargas Castro, J. M. (2020). Evaluación del poder coagulante de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en agua superficial del Estero Salado - cantón Guayaquil (Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil).  
<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/51088>
- Choque-Quispe, D., Choque-Quispe, Y., Solano-Reynoso, A. M., & Ramos-Pacheco, B. S. (2018). Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. *Tecnología Química*, 38(2).  
 doi:[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2224-61852018000200008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852018000200008)
- Chulluncuy-Camacho, N. C. (2011). Tratamiento de agua para consumo. *Ingeniería Industrial*, 29, 153-170. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337428495008>
- Contreras Huancahuire, N. L. (2018). Eficacia de la cebada y la pitahaya para la disminución de los sólidos totales presentes en aguas de Los Pantanos de Villa (Tesis de Grado, Universidad Cesar Vallejo). <https://hdl.handle.net/20.500.12692/45375>
- Escobar, J. (Diciembre de 2002). *La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas* (Vol. 50). (D. d. CEPAL, Ed.) Chile.  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6411/S0210820\\_es.pdf?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6411/S0210820_es.pdf?sequence=1)
- Fúquene, D., & Yate, A. (2018). Ensayo de jarras para el control del proceso de coagulación en el tratamiento de aguas residuales industriales. *Documentos De Trabajo ECAPMA*(1).  
 doi:<https://doi.org/10.22490/ECAPMA.2771>
- Garnica Ruiz, M. G. (2019). Comparación de biopolímeros y su eficiencia en la eliminación de materia orgánica suspendida en aguas del estero San Camilo-cantón Durán (Tesis de Grado, Universidad de Guayaquil). <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/44795>
- Idris, J., Som, A. M., Musa, M., Halim Ku Hamid, K., Husen, R., & Najwa Muhd Rodhi, M. (2012). Dragon Fruit Foliage Plant-Based Coagulant for Treatment of Concentrated

Latex Effluent: Comparison of Treatment with Ferric Sulfate. *Journal of Chemistry*, 2013, 7. doi:<https://doi.org/10.1155/2013/230860>

- Jiménez Cisneros, B. (2001). *La contaminación ambiental en México*. Mexico: Limusa Noriega Editores.  
<https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=8MVxlyJGokIC&oi=fnd&pg=PA29&dq=La+contaminaci%C3%B3n+ambiental+en+M%C3%A9xico&ots=IVzETLFEGy&sig=DFcgD5NM9VKIBQa-9f6txF9S9mw#v=onepage&q=La%20contaminaci%C3%B3n%20ambiental%20en%20M%C3%A9xico&f=false>
- Kraemer, R., Choudhury, K., & Kampa, E. (2001). Protecting Water Resources: Pollution Prevention. *Thematic Background Paper*. Bonn: Secretariat of the International Conference on Freshwater.  
[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/KRAEMER%20et%20al%202001%20Protecting%20Water%20Resources%20Pollution%20Prevention.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/KRAEMER%20et%20al%202001%20Protecting%20Water%20Resources%20Pollution%20Prevention.pdf)
- Le Bellec, F., & Vaillant, F. (2011). Pitahaya (pitaya) (*Hylocereus* spp.). En E. Yahia, *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruits* (1 ed., Vol. 3, págs. 247-271). Woodhead Publishing.  
[https://books.google.com.pe/books?id=NBtu79LJ4h4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=NBtu79LJ4h4C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. San José: Agroamerica.  
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A9791E/A9791E.PDF>
- Lindig-Cisneros, R., & Zambrano, L. (2007). Aplicaciones prácticas para la conservación y restauración. *Perspectivas sobre conservación de humedales y otros ecosistemas acuáticos en México*, 167-188. (O. Sanchez, Ed.) S y G Editores, S.A. de C.V.  
<https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/11/Perpectivas-sobre-conservaci%C3%B3n-de-ecosistemas-acu%C3%A1ticos-en-M%C3%A9xico.pdf>

- Mallevialle, J., Bruchet, A., & Fiessinger, F. (1984). How Safe Are Organic Polymers in Water Treatment? *American Water Works Association*, 76(6), 87-93.  
doi:<https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1984.tb05354.x>
- Md Som, A., & Abd Wahab, A. F. (2018). Performance Study of Dragon Fruit Foliage as a Plant-based Coagulant for Treatment of Palm Oil Mill Effluent from Three-phase Decanters. *BioResources*, 13(2), 4290-4300. <http://ncsu.edu/bioresources>
- Mendoza, I., Fuentes, L., Caldera, Y., Perdomo, F., Suárez, A., Mosquera, N., & Arismendi, H. (2008). Eficiencia de *Hylocereus lemairei* como coagulante-floculante en aguas para consumo humano. *Impacto Científico*, 3(1).  
<https://produccioncientificaluz.org/index.php/impacto/article/view/6612>
- Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2015). *Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego*.  
<https://www.midagri.gob.pe/portal/54-sector-agrario/cuencas-e-hidrografia/374-problematika>
- Mohd Raside, S. (2013). Extraction of dragon fruit (*hylocereus polyrhizus*) foliage active compound for water treatment (Masters thesis, Universiti Putra Malaysia).  
<http://psasir.upm.edu.my/id/eprint/47973/>
- Montesinos Cruz, J. A., Rodríguez Larramendi, L., Ortiz-Pérez, Ortiz Pérez, R., Fonseca Flores, M., Ruíz Herrera, G., & Guevara Hernández, F. (2015). Pitahaya (*Hylocereus* spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano. *Cultivos Tropicales*, 36, 67-76. doi:<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193243640007>
- Ndabigengesere, A., & Narasiah, K. S. (1998). Quality of Water Treated by Coagulation Using *Moringa oleifera* Seeds. *Water Research*, 32(3), 781-791.  
doi:[https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(97\)00295-9](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(97)00295-9)
- Obenland, D., Cantwell, M., Lobo, R., Collin, S., Sievert, J., & Arpaia, M. (2016). Impact of storage conditions and variety on quality attributes and aroma volatiles of pitahaya (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, 199, 15-22.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.021>



- Organizacion Mundial de la Salud. (2003). Total dissolved solids in Drinking-water. *Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. Ginebra.  
[https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/tds.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tds.pdf)
- Ortiz Hernández, Y. D., & Carrillo-Salazar, J. A. (2012). Pitahaya (Hylocereus spp.): a short review. *Comunicata Scientiae*, 3(4), 220-237. doi:<https://doi.org/10.14295/cs.v3i4.334>
- Quispe Barreto, M. Á., & Rondoño Chávez, R. (2016). Uso de harina de Pitahaya (Hylocereus megalanthus), Melocactus (Melocactus peruvianus Vaupel) y Penco (Opuntia macbridei Britton & Rose) para remover turbidez en agua sin tratamiento destinada para el consumo humano en la localidad de Florida pomacochas-A.  
<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2468>
- Rigola Lapeña, M. (1990). *Tratamiento de aguas Industriales: Aguas de proceso y residuales*. Barcelona: Marcombo, S. A.  
<https://books.google.com.pe/books?id=fQcXUq9WFC8C&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Roldán Pérez, G., & Ramirez Restrepo, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical*. Bogotá: Universidad de Antioquía.  
[https://www.academia.edu/41460514/FUNDAMENTOS\\_DE\\_LIMNOLOGIA\\_NEOTROPICAL\\_2DA\\_ED\\_ROLDAN\\_RAMIREZ](https://www.academia.edu/41460514/FUNDAMENTOS_DE_LIMNOLOGIA_NEOTROPICAL_2DA_ED_ROLDAN_RAMIREZ)
- Santarrosa Quiguirí, V. (2013). Evaluación nutricional comparativa de pitahaya (Hylocereus triangularis) deshidratada en deshidratador de bandejas con la liofilizada (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) .  
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3087>
- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2000). TRATAMIENTO DE AGUA: COAGULACIÓN Y FLOCULACIÓN. Lima, Perú.  
<http://www.ingenieroambiental.com/4014/andia.pdf>
- Shafad, M. R., Ahamad, I. S., Idris, A. B., & Abidin, Z. Z. (2013). A Preliminary Study on Dragon Fruit Foliage as Natural Coagulant for Water Treatment. *International Journal of*

- Engineering Research and Technology*, 2(12). <https://www.ijert.org/a-preliminary-study-on-dragon-fruit-foilage-as-natural-coagulant-for-water-treatment-2>
- Tze, N. L., Han, C. P., Yusof, Y. A., Ling, C. N., Talib, R. A., Taip, F. S., & Aziz, M. G. (2012). Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. *Food Science and Biotechnology*, 675-682. <https://doi.org/10.1007/s10068-012-0088-z>
- Varó Galvañ, P., & Segura Beneyto, M. (2009). *Curso de manipulador de agua de consumo humano*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Alicante. [https://books.google.com.pe/books?id=qKOAkGkYE1QC&printsec=frontcover&dq=Curso+de+manipulador+de+agua+de+consumo+humano+Pedro+Jos%C3%A9+Var%C3%B3+Galva%C3%B1&hl=es419&sa=X&redir\\_esc=y#v=onepage&q=Curso%20de%20manipulador%20de%20agua%20de%20consumo%20humano](https://books.google.com.pe/books?id=qKOAkGkYE1QC&printsec=frontcover&dq=Curso+de+manipulador+de+agua+de+consumo+humano+Pedro+Jos%C3%A9+Var%C3%B3+Galva%C3%B1&hl=es419&sa=X&redir_esc=y#v=onepage&q=Curso%20de%20manipulador%20de%20agua%20de%20consumo%20humano)
- Verona Ruiz, A., Urcia Cerna, J., & Paucar Menacho, L. M. (2020). Cultivo, características físicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453. doi: <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
- Villabona Ortiz, Á., Paz Astudillo, I. C., & Martínez García, J. (2013). Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 15(1), 137-144. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77628609014>
- Wichiehot, S., Jatupornpipat, M., & Rastall, R. (2010). Oligosaccharides of pitaya (dragon fruit) flesh and their prebiotic properties. *Food Chemistry*, 120(3), 850-857. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.026>
- Yee-Batista, C. (31 de diciembre de 2013). Banco Mundial. *Un 70% de las aguas residuales de Latinoamérica vuelven a los ríos sin ser tratadas*. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2014/01/02/rios-de-latinoamerica-contaminados>
- Zee, F., Yen, C.-R., & Nishina, M. (2004). Pitaya (Dragon Fruit, Strawberry Pear). *University of Hawaii*, 3. <http://hdl.handle.net/10125/2403>

## IX. ANEXOS

### Anexo A. Toma de muestra de agua del río Lambayeque



## Anexo B. Parámetros de la calidad del agua

## Categoría 1: Poblacional y Recreacional

## Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

| Parámetros  | Unidad de medida                | A1  | A2  | A3  |
|---|---------------------------------|---|---|---|
|   |                                 | Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional | Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado |
| FÍSICOS- QUÍMICOS                                 |                                 |   |   |   |
| Aceites y Grasas                                  | mg/L                            | 0,5   | 1,7   | 1,7   |
| Cianuro Total                                     | mg/L                            | 0,07  | **  | **  |
| Cianuro Libre                                     | mg/L                            | **  | 0,2   | 0,2   |
| Cloruros  | mg/L                            | 250   | 250   | 250   |
| Color (b)   | Color verdadero<br>Escala Pt/Co | 15  | 100 (a)   | **  |
| Conductividad                                     | (µS/cm)                         | 1 500   | 1 600   | **  |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> ) | mg/L                            | 3   | 5   | 10  |
| Dureza  | mg/L                            | 500   | **  | **  |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO)                  | mg/L                            | 10  | 20  | 30  |
| Fenoles   | mg/L                            | 0,003   | **  | **  |
| Fluoruros   | mg/L                            | 1,5   | **  | **  |
| Fósforo Total                                     | mg/L                            | 0,1   | 0,15  | 0,15  |
| Materiales Flotantes de Origen Antropogénico      |                                 | Ausencia de material flotante de origen antrópico   | Ausencia de material flotante de origen antrópico               | Ausencia de material flotante de origen antrópico           |
| Nitratos (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)      | mg/L                            | 50  | 50  | 50  |
| Nitritos (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) (d)      | mg/L                            | 3   | 3   | **  |
| Amoniaco- N                                       | mg/L                            | 1,5   | 1,5   | **  |
| Oxígeno Disuelto (valor mínimo)                   | mg/L                            | ≥ 6   | ≥ 5   | ≥ 4   |
| Potencial de Hidrógeno (pH)                       | Unidad de pH                    | 6,5 – 8,5   | 5,5 – 9,0   | 5,5 - 9,0   |
| Sólidos Disueltos Totales                         | mg/L                            | 1 000   | 1 000   | 1 500   |
| Sulfatos  | mg/L                            | 250   | 500   | **  |
| Temperatura                                       | °C                              | Δ 3   | Δ 3   | **  |
| Turbiedad   | UNT                             | 5   | 100   | **  |
| INORGÁNICOS                                       |                                 |   |   |   |
| Aluminio  | mg/L                            | 0,9   | 5   | 5   |
| Antimonio   | mg/L                            | 0,02  | 0,02  | **  |
| Arsénico  | mg/L                            | 0,01  | 0,01  | 0,15  |
| Bario   | mg/L                            | 0,7   | 1   | **  |
| Berilio   | mg/L                            | 0,012   | 0,04  | 0,1   |
| Boro  | mg/L                            | 2,4   | 2,4   | 2,4   |
| Cadmio  | mg/L                            | 0,003   | 0,005   | 0,01  |
| Cobre   | mg/L                            | 2   | 2   | 2   |
| Cromo Total                                       | mg/L                            | 0,05  | 0,05  | 0,05  |
| Hierro  | mg/L                            | 0,3   | 1   | 5   |
| Manganeso   | mg/L                            | 0,4   | 0,4   | 0,5   |
| Mercurio  | mg/L                            | 0,001   | 0,002   | 0,002   |
| Molibdeno   | mg/L                            | 0,07  | **  | **  |





### ACTA DE SUSTENTACIÓN - 2023

Siendo las 11:00 am del día jueves 31 de agosto del 2023, se reunieron en la sala de sustentación de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias los miembros del jurado evaluador de la Tesis Titulada: **"Evaluación de efectividad de la Pitahaya (*Hylocereu Megalanthus*) como coagulante en la remoción de turbidez y TDS en aguas del Río Lambayeque."**, designados por Res. N°298-2021-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 18 de octubre del 2021 y aprobada con Res. N° 169-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 06 de julio del 2023, con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformados por los siguientes docentes:

- Dr. Ivan Pedro Coronado Zuloeta – Presidente
- Dr. Ronald Alfonso Gutierrez Moreno – Secretario
- Dr. James Jenner Guerrero Braco – Vocal.

La tesis fue asesorada por el Dr. Angel Wilson Mercado Seminario, nombrado por Res. N° 232-2021-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 13 de setiembre del 2021. El acto de sustentación es autorizado con Res. N°222-2023-D-FIQIA-VIRTUAL de fecha 25 de agosto del 2023.

La Tesis fue presentada y sustentada por las Bachilleres: **PEREYRA HERRERA FLORELI ROSALI y SALAZAR TORRES YESSSENIA FIORELLA**; y tuvo una duración de 60 minutos.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándoles el calificativo de 18 (dieciocho.....) en la escala vigesimal, mención MUY BUENO

Por lo que quedan APTO (s) para obtener el Título Profesional de INGENIERA QUIMICA de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Siendo las 12:15 se dio por concluido el presente acto académico, dándose conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas

Presidente

Dr. IVAN PEDRO CORONADO ZULOETA

Vocal

Dr. JAMES JENNER GUERRERO BRACO

Secretario

Dr. RONALD ALFONSO GUTIERREZ MORENO

Asesor

Dr. ANGEL WILSON MERCADO SEMINARIO

## **CONSTANCIA DE VERIFICACION DE ORIGINALIDAD**

Yo **ANGEL WILSON MERCADO SEMINARIO** usuario revisor de la Tesis titulada: “**Evaluación de efectividad de la Pitahaya (*Hylocereus Megalanthus*) como coagulante en la remoción de turbidez y TDS en aguas del río Lambayeque**”

Cuyo autor (es) son:

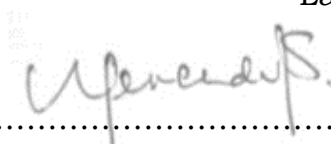
1.- SALAZAR TORRES YESSICA FIORELLA

2.- PEREYRA HERRERA FLORELI ROSALI; identificado (a) (os) (as) con documento de identidad : **47932405 y 63375743**; declaro que la evaluación realizada por el Programa informático, ha arrojado un porcentaje de similitud 19%, verificables en el Resumen del Reporte automatizado de similitudes que se acompaña.

El suscrito (a) analizó reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas dentro del porcentaje de similitud permitido no constituyen plagio y que el documento cumple con la integridad científica y con las normas para el uso de citas y referencias establecidas en los protocolos respectivos,

Se cumple con adjuntar el Recibo Digital a efectos de la trazabilidad respectiva del proceso.

Lambayeque, 25 de julio del 2023



Firma (Asesor)

Nombres y Apellidos **ANGEL WILSON MERCADOS SEMINARIO**

DNI 18856845

Se Adjunta:

*Resumen de Reporte automatizado de similitudes*

*Recibo digital*

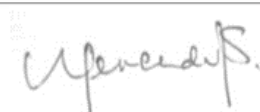
# “Evaluación de efectividad de la Pitahaya (Hylocereus Megalanthus) como coagulante en la remoción de turbidez y TDS en aguas del río Lambayeque”

## INFORME DE ORIGINALIDAD

|                     |                     |               |                         |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 19%                 | 19%                 | 4%            | 12%                     |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

## FUENTES PRIMARIAS

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | <a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a>       | 6% |
|   | Fuente de Internet  |    |
| 2 | <a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a>       | 2% |
|   | Fuente de Internet  |    |
| 3 | <a href="http://www.omniascience.com">www.omniascience.com</a>            | 2% |
|   | Fuente de Internet  |    |
| 4 | <a href="https://dspace.utb.edu.ec">dspace.utb.edu.ec</a>                 | 2% |
|   | Fuente de Internet  |    |
| 5 | Submitted to Universidad Técnica Nacional de Costa Rica                   | 1% |
|   | Trabajo del estudiante  |    |
| 6 | <a href="https://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a>         | 1% |
|   | Fuente de Internet  |    |
| 7 | <a href="https://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a>     | 1% |
|   | Fuente de Internet  |    |
| 8 | <a href="https://repository.lasalle.edu.co">repository.lasalle.edu.co</a> | 1% |
|   | Fuente de Internet  |    |



Dr. ANGEL WILSON MERCADO SEMINARIO  
ASESOR

|    |   |      |
|----|---|------|
| 9  | <a href="http://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                        | 1 %  |
| 10 | Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de Administración de Negocios para Graduados<br>Trabajo del estudiante | 1 %  |
| 11 | <a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a><br>Fuente de Internet                                | 1 %  |
| 12 | <a href="http://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                    | 1 %  |
| 13 | <a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a><br>Fuente de Internet                            | 1 %  |
| 14 | <a href="http://repositorio.unal.edu.co">repositorio.unal.edu.co</a><br>Fuente de Internet                      | <1 % |
| 15 | <a href="http://www.repositorio.usac.edu.gt">www.repositorio.usac.edu.gt</a><br>Fuente de Internet              | <1 % |
| 16 | <a href="http://repositorio.undac.edu.pe">repositorio.undac.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                    | <1 % |
| 17 | Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador<br>Trabajo del estudiante                            | <1 % |
| 18 | <a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a><br>Fuente de Internet                              | <1 % |
| 19 | <a href="http://repositorio.untrm.edu.pe">repositorio.untrm.edu.pe</a><br>Fuente de Internet                    | <1 % |



Dr. ANGEL WILSON MERCADO SEMINARIO

ASESOR



20

repository.lasallista.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

21

Submitted to Universidad Alas Peruanas

Trabajo del estudiante

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 15 words

Excluir bibliografía

Activo



Dr. ANGEL WILSON MERCADO SEMINARIO

ASESOR



## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Yessenia Fiorella Salazar Torres  
Título del ejercicio: "Evaluación de efectividad de la Pitahaya (Hylocereus Megal...  
Título de la entrega: "Evaluación de efectividad de la Pitahaya (Hylocereus Megal...  
Nombre del archivo: Informe\_Tesis.docx  
Tamaño del archivo: 2.22M  
Total páginas: 59  
Total de palabras: 10,164  
Total de caracteres: 55,694  
Fecha de entrega: 20-oct.-2022 11:04a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 1930669052



Derechos de autor 2022 Turnitin. Todos los derechos reservados.

Dr. ANGEL WILSON MERCADO SEMINARIO  
ASESOR