

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ PRESENTE EN EL RÍO UTCUBAMBA DE LA LOCALIDAD DE PEDRO RUIZ GALLO-AMAZONAS MEDIANTE EL COAGULANTE NATURAL ELABORADO DE LA PENCA DE HYLOCEREUS MEGALANTHUS (*PITAHAYA AMARILLA*) EN EL AÑO 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autor:

Sandra Isabel Lopez Briones

Asesor:

Mg. Anderson Alejandro Benites Zelaya

<https://orcid.org/0000-0001-5740-3626>

Lima - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Carlos Alberto Alva Huapaya	06672420
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Gustavo Elifio Castillo Gomero	07594283
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Margeo Javier Chuman Lopez	45997406
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

“REMOCIÓN DE LA TURBIDEZ PRESENTE EN EL RÍO UTCUBAMBA DE LA LOCALIDAD DE PEDRO RUIZ GALLO-AMAZONAS MEDIANTE EL COAGULANTE NATURAL ELABORADO DE LA PENCA DE HYLOCEREUS MEGALANTHUS EN EL AÑO 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

3%

INDICE DE SIMILITUD

3%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

2

Xie, Jing-Liang, Xiaonan Shen, Zhong Peng, and Qiang Wang. "Study on the Phosphorus Removal from the Secondary Effluent of AB Process by Ferric Chloride", 2011 5th International Conference on Bioinformatics and Biomedical Engineering, 2011.

Publicación

1%

3

repositorio.untels.edu.pe

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a Dios por guiarme y darme la fuerza necesaria para sacar adelante mi tesis, a mi padre que desde el cielo me acompañó espiritualmente en todo el proceso, a mi madre quien me enseñó a ser perseverante y nunca darme por vencida y seguir adelante, a mi hermano por creer siempre en mí en que puedo lograr mis metas que me propongo a cumplir.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme y darme la fortaleza en los momentos más difíciles que atravesé en el cual no pensé que podría superarme, sin embargo, siempre hubo un rayo de luz que me encaminó a seguir adelante.

A mi padre Walter López Rojas, por dejarme un legado de enseñanzas, por haber sido el mejor papá del mundo al demostrarme su amor desde que nací, tu anhelo fue que culmine mi profesión, me hubiera encantado compartir este momento contigo, pero sé que desde el cielo estarás acompañándome en cada etapa de mi vida, gracias, papá.

A mi madre Nancy del Pilar Briones Gómez, quien siempre estuvo al pendiente de mí, por sus enseñanzas, por su energía positiva que me empujó a continuar cuando me sentía apagada, admiro su fortaleza por ser una guerrera que siempre tiene una solución a los obstáculos que se presentan, gracias mami por todo.

A mi hermano Frank Erik López Briones, por cuidar siempre de mí desde que era una niña, por compartir conmigo gratos momentos, por brindarme tu apoyo incondicional en cada meta que se presenta en mi vida, gracias, hermano.

A mi asesor Anderson Alejandro Benites Zelaya, por su dedicación a mi trabajo de investigación, por compartirme sus conocimientos y consejos con el fin de no tener observaciones en la tesis y pueda culminarlo, por motivarme y exigirme para mejorar y lograr mi titulación.

Al Ing. Denis Gabriel Hurtado, por su apoyo en la habilitación del laboratorio de la universidad para poder desarrollar la tesis, por compartirme sus conocimientos durante la ejecución de la parte experimental de mi trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

<i>JURADO EVALUADOR</i>	2
<i>INFORME DE SIMILITUD</i>	3
<i>DEDICATORIA</i>	4
<i>AGRADECIMIENTO</i>	5
<i>TABLA DE CONTENIDO</i>	6
<i>INDICE DE TABLAS</i>	8
<i>INDICE DE FIGURAS</i>	9
<i>INDICE DE ECUACIONES</i>	10
<i>RESUMEN</i>	11
<i>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</i>	12
1.1. Realidad problemática.....	12
1.2. Bases Teórica	16
1.2.1. Parámetros de análisis.....	16
1.2.1.1. Sólidos Suspendidos Totales (SST).....	16
1.2.4. Generalidades de la penca utilizada para el análisis	20
1.3. Justificación	22
1.4. Formulación del problema.....	22
1.4.1. Formulación del problema general	22
1.4.2. Formulación de los problemas específicos.....	22
1.5. Objetivos	23
1.5.1. Objetivo general	23
1.5.2. Objetivos específicos.....	23
<i>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</i>	25
2.1. Tipo de investigación.....	25
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	25
2.2.1. Población	25
2.3. Materiales de laboratorio, equipos e Insumo	27
2.4. Técnicas, Instrumentos de recolección y método de análisis de datos	28
2.4.1. Técnicas	28

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos	28
2.5. Método de análisis de datos	29
2.6. Procedimiento	29
2.6.1. Ubicación:	29
2.6.2. Diseño Experimental	31
2.6.3. Obtención de la muestra a analizar	31
2.6.4. Obtención de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i>	32
2.6.5. Desarrollo de la etapa experimental	32
2.7. Aspectos Éticos	37
<i>CAPITULO III: RESULTADOS</i>	38
3.1. Análisis inicial de los parámetros en el laboratorio.....	38
3.3. Promedio del resultado de las 3 réplicas del tratamiento con el coagulante de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i>	40
3.4. Determinación de la dosis óptima	41
3.5. Determinación de la eficiencia del coagulante	45
3.5.1. Porcentaje de remoción de la turbidez por cada réplica	45
3.5.2. Porcentaje de la remoción de la turbidez del promedio	46
3.5.3. Porcentaje de la remoción de los sólidos suspendidos totales del promedio.....	47
3.6. Resultados del análisis estadístico	48
3.6.1. Estadística Descriptiva	48
<i>CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</i>	61
4.1. <i>Discusión</i>	61
4.2. Limitaciones	63
4.3. Implicancias	63
4.4. Conclusiones	64
4.4.1. Conclusión General	64
4.4.2. Conclusiones Específicas	64
4.5. Recomendaciones.....	65
<i>REFERENCIAS</i>	67
<i>ANEXOS</i>	70

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla1</i> Taxonomía de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i>	20
<i>Tabla2</i> Materiales y equipos utilizados.....	27
<i>Tabla3</i> Coordenadas del punto de toma de muestra.....	29
<i>Tabla4</i> Análisis inicial de los parámetros de la muestra de agua de río en el laboratorio	38
<i>Tabla5</i> Primera réplica del tratamiento con el coagulante de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i>	38
<i>Tabla6</i> Segunda réplica del tratamiento con el coagulante de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i>	39
<i>Tabla7</i> Tercera réplica del tratamiento con el coagulante de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i>	39
<i>Tabla8</i> Promedio de los resultados de las 3 réplicas del tratamiento de la muestra de agua de río.....	40
<i>Tabla9</i> Dosis experimental adicionadas durante el funcionamiento de la prueba de jarras	41
<i>Tabla10</i> Porcentaje de remoción de la turbidez por cada réplica	45
<i>Tabla11</i> Porcentaje de remoción de la turbidez del promedio	46
<i>Tabla12</i> Remoción de los sólidos suspendidos totales del promedio	47
<i>Tabla13</i> Resumen del análisis de varianza	48
<i>Tabla14</i> Intervalo de rangos del coeficiente de variabilidad (CV)	49
<i>Tabla15</i> Información del factor	49
<i>Tabla16</i> Descriptivo del análisis de la varianza	49
<i>Tabla17</i> Resumen del modelo	50
<i>Tabla18</i> Análisis de las medias	50
<i>Tabla19</i> Estadísticas descriptivas	53
<i>Tabla20</i> Relación de desviaciones estándar	54
<i>Tabla21</i> Tabla de la estadística de prueba	54
<i>Tabla22</i> Agrupación de información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%.....	55
<i>Tabla23</i> Prueba simultánea de Tukey para diferencia de las medias.....	56
<i>Tabla24</i> Análisis de Varianza para determinar la relación entre las medias según Tukey	57
<i>Tabla25</i> Resultado del cálculo del coeficiente de determinación R^2	59
<i>Tabla26</i> Resultado del cálculo del coeficiente de correlación (r)	60

INDICE DE FIGURAS

Figura1 Proceso de coagulación	18
Figura2 Proceso de floculación.....	19
Figura3 Partes del sistema del equipo de prueba de jarras	19
Figura4 Morfología y partes de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i>	21
Figura5 Mapa de ubicación del curso de la cuenca hidrográfica del río Utcubamba	26
Figura6 Mapa de ubicación de la cuenca del río Utcubamba y del punto de toma de muestra	30
Figura7 Procedimiento de la elaboración del coagulante de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i>	43
Figura8 Elaboración de la solución del coagulante, dosificación y prueba de jarras	34
Figura9 Esquemas de la medición de los parámetros de control, distribuidos por cada dosis del coagulante	36
Figura10 Gráfico de interpretación de la curva de tendencia de las dosis del coagulante de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i>	43
Figura11 Gráfico de la comparación de los niveles de los sólidos suspendidos totales después del tratamiento con el coagulante de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i> y concentración inicial.	44
Figura12 Gráfico de la interpretación de la curva de tendencia de las dosis del coagulante de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i>	44
Figura13 Gráfico de la comparación de los niveles de Sólidos Suspendidos Totales después del tratamiento con el coagulante de la penca de <i>Hylocereus Megalanthus</i> y la concentración inicial	44
Figura14 Gráfico de la comparación de los niveles de Conductividad Eléctrica después del tratamiento con el coagulante de <i>Hylocereus Megalanthus</i>	44
Figura15 Gráfico de los porcentajes de remoción de la turbidez del promedio por cada dosis	45
Figura16 Gráfico de los intervalos de remoción de turbidez (NTU) vs dosis(mg/L).....	51
Figura17 Gráfico de los valores individuales de remoción de turbidez (%) vs dosis(mg/L).....	52
Figura18 Gráfico de caja de remoción de turbidez (%).....	52
Figura19 Gráfico de los residuos para remoción de turbidez (%)	53
Figura20 Gráfico de prueba e intervalos de confianza para dos varianzas.....	55
Figura21 Gráfico de la diferencia de las medias para la Remoción de Turbidez (%)	56
Figura22 Gráfico de la prueba de normalidad.....	58
Figura23 Gráfico del coeficiente de determinación (R ²)	59

INDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1 Porcentaje de remoción de la turbidez.....</i>	<i>45</i>
<i>Ecuación 2 Determinación del volumen de cada dosis del coagulante.....</i>	<i>85</i>

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo remover la turbidez presente en el río Utcubamba mediante el coagulante natural elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus*. Se empleó un diseño experimental factorial que permitió definir la distribución de tratamientos dando un total de 4 ensayos, en relación con los 4 niveles de dosis aplicadas durante el experimento, los cuales son: 75mg/L, 90mg/L, 105mg/L y 120mg/L. Se determinó desarrollar el experimento por triplicado dando un total de 12 ensayos, para lo cual se empleó 4.8L de muestra de agua de río, la preparación de la disolución del coagulante se elaboró a una concentración de 0.5% empleando 2.5g de polvo de la penca de *Hylocereus Megalanthus*. Para la simulación del proceso de coagulación-floculación, se usó un floculador portátil modelo FP4 de la marca VELP, finalmente se recogió el sobrenadante en un volumen de 40mL, para evaluar la turbidez y los parámetros de medición considerados como complemento. El mejor resultado para remover la turbidez fue usando la dosis de 75mg/L, con una eficiencia de remoción de turbidez de 63.46%.

Palabras claves: remoción de turbidez, coagulante natural, penca de *Hylocereus Megalanthus*.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Los recursos hídricos presentan un rol importante en la necesidad del ser humano, ya que son fuentes naturales, destinados principalmente en el abastecimiento de agua para la población siempre y cuando cumpla con el estándar de calidad para su consumo. Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2017), a nivel mundial el 80% de aguas residuales son vertidos al ecosistema sin ser tratados, generando impactos significativos tales como: la intensificación, expansión e incremento de masas de aguas negras de procedencia urbana, ocasionando un cambio en las condiciones naturales de la turbidez del recurso hídrico afectado (ONU, 2017, pg. 14). Así mismo en Perú, en el año 2007 el sistema de alcantarillado recolectó 747,3 millones de metros cúbicos de aguas residuales, del volumen determinado, un aproximado de 530 millones de metros cúbicos fueron expulsados a un cuerpo de agua sin ser tratado (Amarildo, 2011). Sin embargo, el agua potable para consumo humano debe presentar características de calidad los cuales son: libre de turbidez, color y sabor perceptible (Choque, et al., 2017).

En el tratamiento de agua, se prefiere el procedimiento de coagulación, para formar diminutas partículas y desequilibrio de suspensiones coloidales, para ser eliminadas por sedimentación (Cogollo, 2010). Asimismo, es necesario el uso de un coagulante químico, siendo el Sulfato de Aluminio uno de los más comunes en favorecer la remoción de color, turbidez, microorganismos patógenos (Restrepo, 2009). Por consiguiente, se ha reportado en un análisis de agua potabilizada, trazas de sulfato de aluminio, indicando que el uso de este producto químico es un peligro para la salud humana (Martín, 2003). Manifestando efectos secundarios relacionados con la enfermedad neurológica del Alzheimer (Bratby, 2006 y Colbert, 2007).

Es de suma importancia tener en cuenta la opción de sustituir las sustancias químicas, por coagulantes naturales, que permita una relación amigable con el ambiente e inofensiva para la salud.

Por su parte, la penca *Hylocereus Megalanthus* es considerada como una cactácea silvestre, originaria de América Central y Sudamérica (Morillo et al., 2017). Por lo tanto, al pertenecer a la familia de cactáceas, se indica que la cantidad de carbohidratos es el componente activo por proveer moléculas que están relacionadas con el mecanismo de

coagulación y clarificación del agua (Saurabh, 2018). Por lo expuesto, la presente investigación plantea remover la turbidez del río Utcubamba mediante el coagulante natural elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus*, con el fin de demostrar opciones ecológicas para dar solución al problema y conservar el recurso natural.

Para desarrollar el estudio propuesto, fue preciso llevar a cabo una revisión bibliográfica y teórica de metodologías relacionadas con el fin de esta investigación, a continuación, se detallan las siguientes:

López (2018) "Evaluación del uso de la cactácea *Opuntia ficus-indica* como coagulante natural para el tratamiento de aguas" propuso estimar el rendimiento del cactus *Opuntia ficus-indica* como coagulante natural en muestras de aguas sintéticas con una turbiedad inicial de 20UNT, 50UNT, 100UNT, 300UNT y 500 UNT. Para el análisis del parámetro mencionado se basó en la prueba de jarras, siendo las dosis óptimas de 30mg/L, 40mg/L, 55mg/L y 90 mg/L para cada muestra de turbidez detallada respectivamente. En caso de las muestras de turbidez baja de 20UNT y 50 UNT la cantidad óptima fue del 2%, en la muestra de agua con turbidez media de 100UNT a 300 UNT fue del 1% y para muestras de 500 UNT fue de 0.5%. Por lo tanto, demostró que el coagulante elaborado es eficiente debido que, experimentó con una turbiedad alta de 500 UNT dando como resultado una reducción de turbidez de 86%.

Por su parte, Meza (2018) "Eficiencia del coagulante natural *Hylocereus Lemairei* (penca) con cloruro de sodio, agua destilada, en el tratamiento de aguas residuales domésticas para riego los Olivos", el autor evaluó la penca de *Hylocereus Lemarei* como coagulante, realizó tres réplicas por cada tratamiento, empleó el sistema de prueba de jarras. El primer tratamiento consistió en utilizar el polvo del coagulante, el segundo en la mezcla del coagulante más cloruro de sodio (NaCl) y el tercero en la mezcla del coagulante con agua destilada, en caso del primer tratamiento con una concentración de 131.90 UNT, 84.13UNT y 65.13UNT respectivamente, utilizó la dosis de 30mL, 15mL y 3mL. En el segundo tratamiento utilizó el coagulante más el NaCl en una concentración de turbidez de 31.30 UNT, 23.83UNT y 23.80 UNT y su dosificación fue de 30mL, 15mL y 3mL, por último, en el tercer tratamiento usó el coagulante más agua destilada en una concentración de turbidez de 37.30UNT, 34.03UNT y 24.90UNT con la misma dosis del primer y segundo tratamiento. El autor identificó una mejor remoción de turbidez al usar el coagulante más cloruro de sodio con un 74.27%.

Adicionalmente, Quispe & Ordoño (2018) "Estimación de la calidad del agua de río Chucchun – Carhuaz, empleando insumos orgánicos Agave Americano (Penca) y el *Triticum Vulgare* (Trigo) con proceso modificado de filtración lenta en el año 2016", el autor elaboró el coagulante de Agave Americano utilizando una compresora para obtener el jugo de ésta, con respecto al *Triticum Vulgare* (Trigo) ejecutó un proceso de molienda, procedió a preparar la solución mediante diferentes concentraciones, primero de 4% que consistió en 40mL de jugo de Agave Americano, 5% en 50mL de jugo de Agave y 7% en 70mL de jugo de Agave Americano en un litro de muestra más agua destilada respectivamente, en caso del *Triticum Vulgare* (Trigo) usó su harina, aplicando la misma relación de concentraciones. Para lo cual diluyó la harina en agua destilada, usó un equipo floculante. Asimismo, desarrolló un procedimiento de filtración lento que constó en el uso de un balde organizada por 3 capas, con una válvula. Logró reducir la turbiedad al 79.56% en un tratamiento inicial de 40.7 UNT hasta 8.32 UNT en la segunda redujo un 68.61% de 13.7 UNT hasta 4.3 UNT, en caso del *Triticum Vulgare* (Trigo) removió la turbidez en un 79.85% de una concentración inicial de 13.70 UNT hasta 2.76 UNT.

Asimismo, Arenas (2019) "Efecto de la remoción del aceite de las semillas de *Moringa Olifeira* en el tratamiento de aguas por coagulación-floculación", el autor evaluó la capacidad de la semilla de la *Moringa Olifeira* y su aceite, preparó 4 tipos de coagulantes, para ello utilizó dos tipos de solventes: agua destilada y el NaCl. Para extraer el aceite de las semillas de *Moringa Olifeira*, se basó en un sistema soxhlet, el aceite extraído fue mezclado con agua destilada y NaCl obteniendo el primer y segundo coagulante, para el tercer y cuarto coagulante lo elaboró con las semillas molidas. Una vez elaborado los cuatro coagulantes, éstos fueron evaluados en tres muestras de aguas sintéticas con niveles de turbiedad de 20UNT, 120UNT y 500UNT. Siendo la de mejor remoción el aceite de la semilla más agua destilada, removiendo un 89.63% para una concentración inicial de turbidez de 500NTU.

Del mismo modo Pastor & Michán, (2021) "Efecto del polvo de semilla de *Moringa Olifeira* sobre la turbidez de las aguas residuales de los pozos de oxidación del distrito de Cajamarca 2020", los autores evaluaron las semillas de *Moringa*, las cuales fueron peladas y secadas a temperatura ambiente durante 24h, luego licuados para obtener el polvo de éstas y ser tamizados hasta obtener el espesor deseado. Obtuvieron su aceite, agregando 50g de polvo en 200mL de etanol, aplicaron la prueba de jarras durante 2 min a 300 rpm, ésta se filtró, la solución resultante fue secado en una estufa a 100°C por 12

horas, luego fue molido. Usaron las dosis de 0.5g, 0.8g y 1g. Determinaron que la dosis óptima del coagulante es de 0.8g, dando un resultado de remoción de 77.90% en muestras de 214.67 NTU a 47.43NTU y 77.69% de 214.67NTU a 47.90 NTU.

Bautista (2019) "Uso de la harina de Pitahaya (*Hylocereus Megalanthus* (Schum. ExVaupel) Ralf Bauer), *Melocactus* (*Melocactus peruvians* 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 – Amazonas", el autor evaluó 3 especies de cactáceas los cuales son: *Hylocereus Megalanthus*, *Melocactus Peruvians* Vaupel y *Opuntia Macbridei* Britton & Rose, en muestras de agua superficial extraído en el centro poblado de San Lorenzo, elaboró la harina de la pulpa de las 3 especies de cactus, posterior a ello dio inicio a la parte experimental obteniendo como condición inicial de turbidez de 33.40NTU, evaluó una dosis de 90mg/L para los 3 coagulantes, obteniendo una mejor remoción de turbidez al usar el coagulante de *Hylocereus Megalanthus* con un 37.9% de remoción, así mismo obtuvo un 8,80% en el tercer tratamiento con el coagulante del Penco y finalmente 4% con el coagulante de *Melocactus*.

Choes & Vargas (2020)" Evaluación del poder del coagulante de la Pitahaya Amarilla (*Selenicereus Megalanthus*) en agua superficial del Estero Salado- Catón Guayaquil", los autores usaron la pulpa de la Pitahaya Amarilla, seleccionaron 12 Pitahayas, procedieron en sacar la pulpa cortándola en rodajas, para ingresarlas a un proceso de deshidratación a 52°C por 30h, luego a un proceso de trituración obteniendo un polvo fino con un total de 271g. Posterior a ello prepararon la solución del coagulante al 1% con 5g del polvo obtenido, el cual fue diluida en 500ml de agua destilada. Usaron un floculador portátil, con diferentes dosis a partir de 25mg/L, 50mg/L, 100mg/L y 200 mg/L con una solución del 1% de coagulante natural. Programaron la velocidad rápida a 100rpm por 4 min, luego a 40rpm durante 25 min, posterior a ello dejó reposar por 30 min para obtener el sobrenadante. Finalmente determinó la dosis óptima de 25mg/L con la obtención de remoción del 15, 94% de color, 58, 75% en la extracción de turbidez y 36, 17% de sólidos suspendidos.

Bermúdez (2022) "Evaluación de la eficiencia del mucílago del tallo de Pitahaya como coagulante natural para el tratamiento de agua cruda, Colombia ", el autor elaboró dos ensayos, la primera consistió en extraer el mucílago de la especie mencionada, generando una solución acuosa de ésta, el cual fue separada en 2 partes la primera fue sometido a un proceso de secado a 50 0C por 24h y trituración obteniendo un polvo fino

siendo éste el primer coagulante, el segundo fue la otra mitad que se reservó, el autor elaboró una muestra sintética de agua usando arcilla, con una concentración inicial de 2407NTU, el autor identificó una mejor remoción de turbidez al utilizar el coagulante líquido, siendo la dosis óptima de 150mL/L, con un 90.08% de eficiencia. En su segundo ensayo, también elaboró el coagulante en base al mucílago del tallo de la Pitahaya, los cuales fueron cortados en trozos y colocados en un vaso de precipitado con agua destilada, para ser sometido a un proceso de calentamiento a 90 0C, luego filtró la solución mediante una criba de tela, agregó etanol al 96% y separó el mucilago, por último, fue sometido a un proceso de secado a 50 0C por 24h, resultando un color blanco el cual fue molido en un mortero. El autor usó una dosis de 3g de coagulante removiendo la turbidez hasta 6.8 NTU con un 78% de eficiencia.

Villabona et al. (2013) en su investigación titulada "Caracterización de la Opuntia ficus-indica para su uso como coagulante natural, Colombia" Los autores evaluaron la eficiencia de la especie de Opuntia ficus-indica, para lo cual usó 7 pencas, éstos fueron pelados y cortados en trozos de 1cm, luego sometidos a un proceso de deshidratación a 60 0C durante 48h, posterior a ello dio inicio al proceso de trituración usando un mortero, luego fue tamizado por una malla Tyler normalizado, el producto final fue sometido a un proceso soxhlet por 2.5h usando etanol al 96% para extraer los pigmentos. Los autores emplearon el sistema de prueba de jarras para el proceso de floculación evaluando con 3 dosis de coagulante: 60mg/L, 90mg/L y 90mg/L. Logrando una mejor remoción de turbidez usando la dosis de 90mg/L con una eficiencia del 70%

1.2.Bases Teórica

1.2.1. Parámetros de análisis

1.2.1.1.Sólidos Suspendidos Totales (SST)

Son residuos sólidos insolubles que ascienden en la superficie o están suspendidos en el agua, se considera partículas como arcilla, sólidos fecales, restos de papel, residuos de comidas compuesta por un 70% de materia orgánica y un 30% de materia inorgánica, generando turbidez en el agua (Martí, 2018). También los sólidos suspendidos contienen partículas de sedimento, barro y desechos industriales (García, 2003).

1.2.1.2.Turbidez

Determina el nivel de opacidad generado en el agua por el residuo particulado en suspensión, limitando el paso de la luz a través de ella, así como también la

conglomeración de las sustancias suspendidas define la claridad del agua (Roldan Pérez, 2003, pg. 2

1.2.1.2.1. Efecto de la turbidez en el agua

Una concentración alta de turbidez genera serios problemas de salud del ecosistema. Uno de ellos es la disminución de oxígeno disuelto, afectando en la respiración de los peces, así mismo el incremento de sedimentos en el cuerpo de agua bloquean la luz solar, restringiendo la fotosíntesis de las plantas acuáticas (Tellería, 2022).

1.2.1.2.2. Efecto en la distribución del agua

La red de distribución de agua se ve afectada por altos niveles de turbidez en las fuentes naturales de agua, debido a las épocas de lluvias, por lo cual a través de las crecientes transportan lodo perjudicando rápidamente los filtros, disminuyendo su efectividad. Con relación al material particulado es un refugio para organismos patógenos como la Giardia Lamblia cyts y la Cryptosporidium parvum oocysts, que a su vez se insertan en los poros de las partículas, reduciendo su exposición a los químicos desinfectantes (Tellería, 2022)

1.2.1.2.3. Conductividad Eléctrica

Se usa para estimar el nivel de sales disueltas en el agua, ésta a su vez se disocian en iones brindando una capacidad de conducción electricidad, es decir, a mayor concentración de sales disueltas es mayor la conductividad eléctrica (Guy Sela, 2022).

1.2.1.2.4. Potencial de hidrógeno (pH)

Es un parámetro que indica la medida de la actividad de iones de hidrógeno en soluciones, así como también presenta una escala de 0 a 14 relacionado con el nivel de acidez, determinando que una alta demanda de iones de hidrógeno presenta valores bajos de pH, en caso contrario las disoluciones básicas (alcalinas) tienen poca demanda de iones de hidrogeno indicando que el valor del pH aumenta (Álvarez, 2021).

1.2.2. Métodos alternativos para el tratamiento de la turbidez

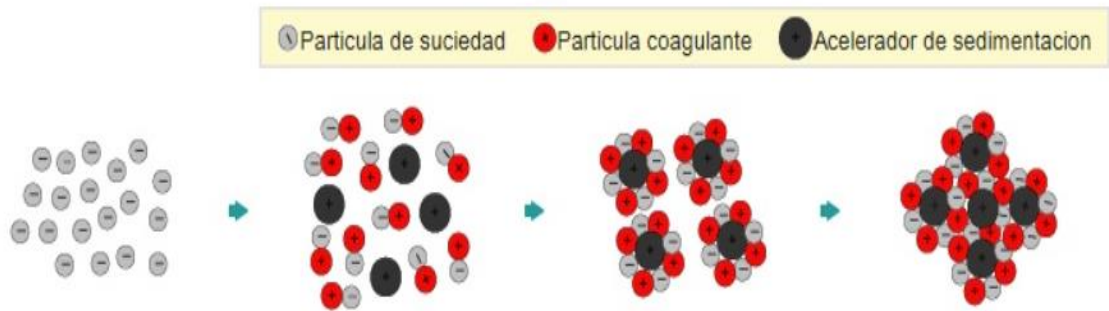
1.2.2.1. Coagulación

Es un proceso químico que consta de la adición de un coagulante, con el fin de desestabilizar las partículas suspendidas ya que éstas se dispersan por su superficie cargada eléctricamente con carga negativa, la acción del coagulante hace que se precipiten

formando flóculos evitando la dispersión de partículas coloidales en el agua (Guy Sela, 2022).

Figura 1

Proceso de coagulación



Fuente: Ibanez, 2017

1.2.2.2. Coagulante natural

Son elementos disolubles en agua, están compuestos fundamentalmente por varias clases de polisacáridos y proteínas, con propiedades de coagulantes, teniendo la capacidad de aclarar el agua turbia (Choque, et al.,2018). Así como también, eliminan los microorganismos patógenos que generan enfermedades (Cabrera & Ramírez, 2014).

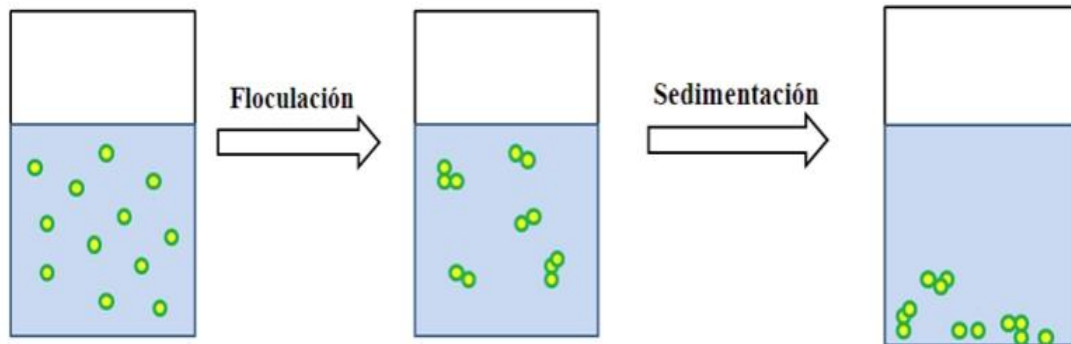
Son denominados como biocoagulantes, inocuo con el ambiente y libre de toxicidad, presentan componentes bioactivos tales como: carbohidratos, proteínas, polisacáridos, mucílagos y alcaloides (Sotheeswaran, et al.,2011). Además, los coagulantes naturales generan menor cantidad de lodos residuales, siendo 5 veces menor que los lodos de coagulantes químicos (Choy, et al.,2014).

1.2.2.3. Flocculación

Es el procedimiento posterior a la coagulación, se basa en la turbulencia de la masa coagulada mediante una mezcla lenta con el fin de aglomerar y aumentar el tamaño y peso de los flóculos de coloides generados, con el fin de facilitar la sedimentación. (Andina, 2000, pg. 33). Además, éstas a su vez de acuerdo con el aumento del tamaño de las partículas se tornan de microscópicas a visibles a simple vista. (Bolívar, 2020).

Figura 2

Proceso de floculación



Fuente: Bolívar, 2020.

1.2.3. Prueba de Jarras

Es un sistema de suma importancia durante el tratamiento de la turbidez, también es de corta duración que permite identificar el comportamiento de los coagulantes, simulando las fases de coagulación y floculación a escala de laboratorio formando flóculos a distintas concentraciones de dosis añadidos en cada jarra que a su vez permite definir la dosis óptima y medir los parámetros brindando una buena calidad de agua (Andína, 2000), el equipo floculante contiene cuatro a seis jarras de agitación con una capacidad de 1 a 2 litros, presenta un promedio de velocidad de mezcla constante, el cual es medido por revoluciones en RPM (Navarro, 2022).

Figura 3

Partes del sistema del equipo de prueba de jarras



Fuente: Navarro, 2022.

1.2.4. Generalidades de la penca utilizada para el análisis

1.2.4.1. Penca de *Hylocereus Megalanthus*

Pertenece a la familia cactácea, dicha penca es proveniente de Colombia, Venezuela, Bolivia, Perú y Ecuador (Lim, 2012). Considerada epífita facultativa, lo cual define su comportamiento trepador y tallo segmentado que permite el esparcimiento de sus raíces secundarios sobre un soporte (Medina, 2015). Las circunstancias óptimas para su crecimiento constan entre 500 y 1900 msnm, con una temperatura de 18 a 25°C, a su vez una humedad referente entre 70 y 80% (Vásquez et al.,2016).

1.2.4.1.1. Taxonomía

En la familia de cactáceas se reconocen 1438 especies, dentro de 124 géneros. La última clasificación de cactáceas aceptadas por la International Cactaceae Systematic Group es la propuesta por Hunt, (2006). A continuación, se detalla la taxonomía en relación con lo mencionado:

Tabla1

*Taxonomía de la penca de *Hylocereus Megalanthus**

Taxonomía	
Nombre Científico	<i>Hylocereus Megalanthus</i>
Reino	Plantae
Sub reino	Viridiaeplantae
División	Tracheophyta
Clase	Angiospermae
Super orden	Magnoliopsida
Orden	Caryophyllanae
Familia	Caryophyllanae
Subfamilia	Cactaceae

Tribu Cactoideae
Hylocereeae

Fuente: Josefina & Montesinos, 20

1.2.4.1.2. Características físicas

Está compuesta por tallos gruesos a su vez trepadores con forma triangular, estructurado por tres nervios de 1,5cm de grosor con bordes levemente ondulados, areolas blancas con 1-3 espinas de 2,3 mm de largo (Lim,2012). Presenta dos tipos de raíces, una subterránea que aspira los nutrientes y las secundarias que se guían de acuerdo con el nivel del suelo, de 5 a 20 cm de profundidad (Castillo, 2008).

Figura 4

Morfología y partes de la penca de Hylocereus Megalanthus



Fuente: Pérez, 2011.

1.2.4.1.3. Composición Química

Cabe recalcar que, la penca de *Hylocereus Megalanthus*, pertenece a la familia de cactus, por lo cual los cactus presentan un alto contenido de carbohidratos que favorecen en la coagulación (Lozano, 2018), además contiene el ácido galacturónico como componente principal que contribuye en el tratamiento de agua (Miller et al., 2008).

1.3. Justificación

La alta demanda de concentración de turbidez en el agua, es un tema de gran preocupación debido que, ésta incrementa por diversos factores a través del desfogue de efluentes originados por las actividades cotidianas del ser humano en la actualidad, afectando a la vida y ecosistema acuático, por tal motivo surge el interés de desarrollar la presente investigación el cual tiene como propósito el uso del coagulante natural elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus* para remover la concentración de la turbidez existente en el río Utcubamba siendo viable su aplicación para el ecosistema y la sociedad.

Así mismo podría ser implementado en el tratamiento de las plantas potabilizadoras de agua y tratamiento de aguas residuales reemplazando a los compuestos químicos, debido que económicamente la penca de *Hylocereus Megalanthus* no tienen un costo en el mercado y presenta la misma capacidad o hasta mejor remoción, a su vez brinda ventajas por ser biodegradable y no afecta al ambiente y es inofensiva para la salud.

Por lo tanto, la investigación contribuye en buscar nuevas técnicas de tratamiento de agua con el uso de coagulantes naturales y a su vez servirá como guía para otros investigadores, demostrando en la actualidad tecnologías eco amigables y de bajo costo.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Formulación del problema general

- ✓ ¿Es posible la remoción de la turbidez presente en el río Utcubamba en el año 2023 mediante el coagulante natural elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus*?

1.4.2. Formulación de los problemas específicos

- ✓ ¿Cómo será la eficiencia del coagulante natural elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus* en la remoción de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023?
- ✓ ¿Cuál será la dosis óptima identificada mediante la tendencia de las dosis aplicadas del coagulante elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus* en la remoción de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023?
- ✓ ¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos pre y post tratamiento de la muestra de agua del río Utcubamba en el año 2023?

- ✓ ¿Es factible reemplazar un coagulante químico por el coagulante natural elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus*?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- ✓ Determinar la factibilidad de la remoción de turbidez presente en el río Utcubamba en el año 2023 mediante el coagulante natural elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus*.

1.5.2. Objetivos específicos

- ✓ Evaluar la eficiencia de la penca de *Hylocereus Megalanthus* como coagulante en la remoción de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023.
- ✓ Determinar la dosis óptima identificada mediante la tendencia de las dosis aplicadas del coagulante elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus* en la remoción de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023.
- ✓ Identificar los parámetros fisicoquímicos pre y post tratamiento de la muestra de agua del río Utcubamba en el año 2023.
- ✓ Determinar si es factible reemplazar un coagulante químico por el coagulante natural elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus*.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

- ✓ El coagulante natural elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus* remueve significativamente la concentración de turbidez presente en el río Utcubamba en el año 2023.

1.6.2. Hipótesis específicas

- ✓ La eficiencia del coagulante elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus* remueve un 70% la concentración de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023.
- ✓ La dosis óptima identificada mediante la tendencia de las dosis aplicadas del coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus* es eficiente en la remoción de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023.

- ✓ Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua del río Utcubamba en el año 2023, pre y post tratamiento varía significativamente en relación con los resultados obtenidos.
- ✓ El coagulante natural elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus* si es factible su reemplazo por un coagulante químico.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación se aplica de acuerdo con los objetivos planteados, por lo cual el trabajo elaborado tendrá:

- **Investigación aplicada**

El trabajo elaborado compete al tipo de aplicada, genera conocimientos para obtener nuevos descubrimientos y avances con el fin de brindar soluciones que van sujetos a los objetivos de la investigación (Ander Egg, 2011, p.42). Como es en el caso del coagulante natural de la penca de *Hylocereus Megalanthus* empleado para remover la concentración de la turbidez de la muestra extraído del río Utcubamba, el cual, a través de la aplicación de las diferentes dosis del coagulante elaborado se obtendrá un resultado óptimo de acuerdo con la experimentación ejecutada. Asimismo, presenta un diseño experimental, que permitió identificar o probar a las variables independiente y dependiente planteadas en relación causa y efecto para verificar si surgió un cambio después de la ejecución del proyecto ya que la variable dependiente varía en base a la independiente, también presenta un enfoque cuantitativo que permite recolectar y analizar los datos numéricos para responder a las preguntas de investigación y probar las hipótesis planteadas, el conteo y el uso de estadística para determinar patrones de comportamiento en una muestra definida (Tamayo, 2007). De esa manera bajo el criterio indicado, el enfoque cuantitativo facilitó manejar el conjunto de datos obtenidos después del tratamiento experimentado mediante el coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus*.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

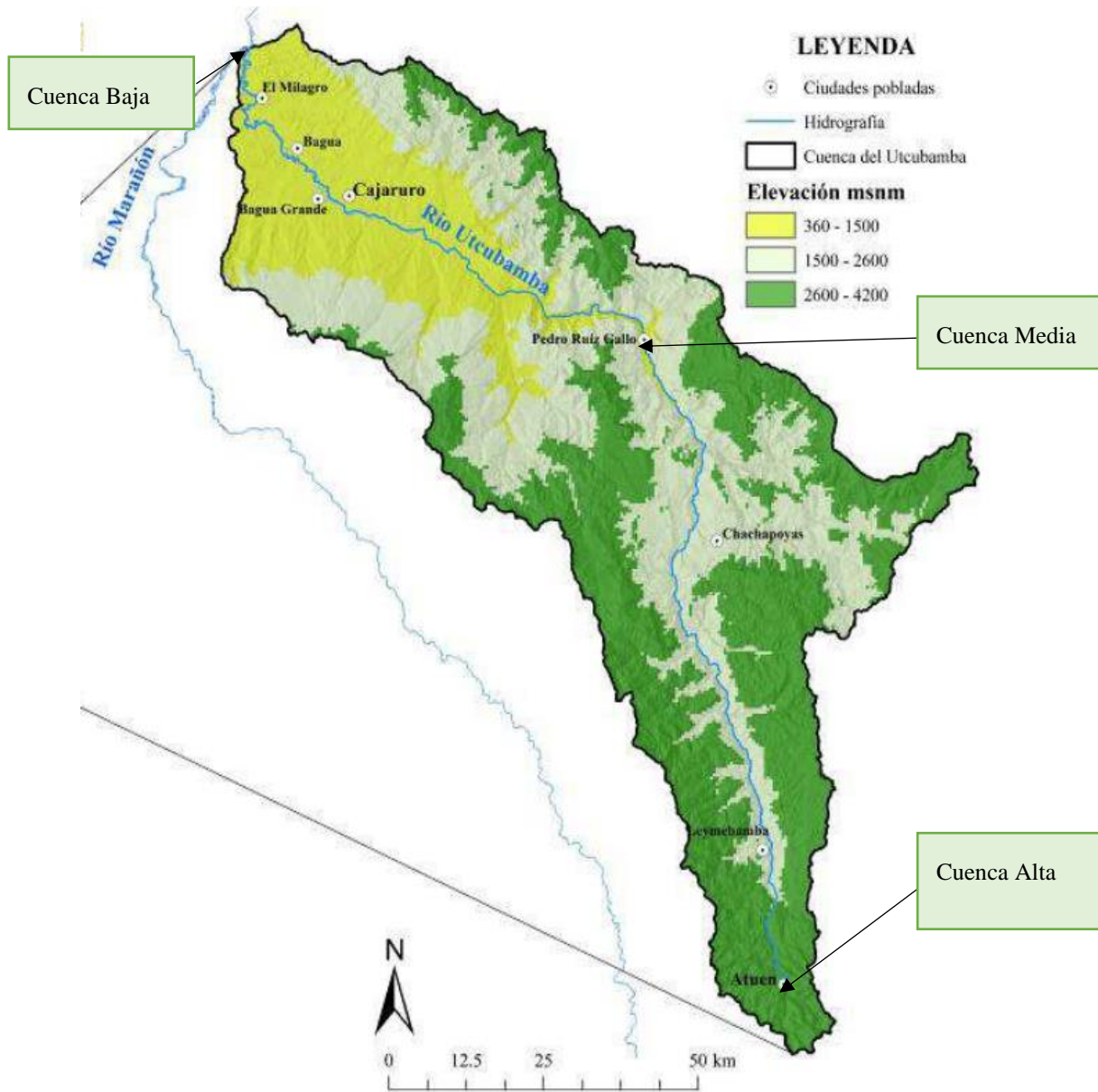
2.2.1. Población

La población estimada fue el agua de la Cuenca Media del río Utcubamba.

En la figura 5, se muestra el curso del río Utcubamba con referencia a la ubicación del proyecto y punto de la cuenca media que abarca a la población de donde se extrajo la muestra.

Figura 5

Mapa de ubicación del curso de la cuenca hidrográfica del río Utcubamba



Fuente: Barboza et al. (2017)

2.2.2. Muestra

Corresponde a 4.8L de agua extraído del río Utcubamba

2.3. Materiales de laboratorio, equipos e Insumo

Tabla 2

Materiales y equipos utilizados

Materiales	Cantidad
Molino Eléctrico	1
Bandeja	1
Depósito de plástico	2
Cuchillo	1
Mortero manual	1
Tamiz Tyler #40	1
Brocha pequeña	1
Galonera de 5L	1
Guantes	1 par
Papel Tissue	1 paquete
Piseta	1
Pipetas de 10mL	4
Vaso de precipitado de 100mL	12
Luna de reloj	1
Cuachara de metal pequeño	1
Insumo	Cantidad
Pencas de Hylocereus Megalanthus	15
Etanol de 96%	250mL
Agua destilada	2L
Equipos	Cantidad
Equipo Soxleth	1
Balanza analítica	1
Floculador portátil FP4 de la marca VELP	3
Multiparámetro portátil HACH HQ40d	1
Turbidímetro portátil HACH 2100Q	1
Colorímetro DR900	1

Fuente: Elaboración propia, 2023.

2.4. Técnicas, Instrumentos de recolección y método de análisis de datos

2.4.1. Técnicas

Las técnicas empleadas en la investigación fueron las siguientes:

- **Revisión Bibliográfico:**

Se realizó la búsqueda de fuentes que comprobaron la efectividad del coagulante, conceptos para la definición de teorías considerados en la investigación, a través de informes, artículos científicos, revistas y trabajos de investigación con la misma finalidad que el tema de estudio.

- **Técnica Experimental:**

El trabajo de investigación se ejecutó en el laboratorio de biología en la Universidad Privada del Norte, para la elaboración del coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus* y la medición de la turbidez y parámetros complementarios de la muestra extraído del río Utcubamba, los cuales fueron el pH, SST y conductividad eléctrica.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la recolección de datos obtenidos durante el experimento se usó los siguientes instrumentos:

- **Ficha de Registro y Cadena de Custodia- Pre-experimento**

La cadena de custodia permitió organizar la información obtenida durante la toma de muestra, considerando la codificación, transporte, identificación de parámetros a analizar, dicho instrumento fue accedida por el laboratorio particular de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Asimismo la ficha de registro de las condiciones iniciales de la turbidez y parámetros complementarios permitió registrar la información resultante del análisis de los parámetros mencionados como línea base.

- **Ficha de registro y Cadena de Custodia- Post experimento**

La ficha de registro de la concentración inicial y final de la turbidez facilitó organizar y registrar los datos obtenidos después de la ejecución del experimento en el laboratorio, también la cadena de custodia brindada por el laboratorio particular de Servicios Analíticos Generales S.A.C, permitió llevar a cabo el control del muestreo, incluyendo la codificación, transporte e identificación de parámetros a analizar.

2.5. Método de análisis de datos

Los datos logrados fueron analizados estadísticamente mediante la estrategia de estadística descriptiva que nos permite analizar e interpretar los valores numéricos obtenidos a través de cuadros, así mismo se desarrolló un análisis de varianza (ANOVA), que permitió identificar la relación existente entre las medias de los resultados adquiridos, usando el software Minitab Statistical.

2.6. Procedimiento

2.6.1. Ubicación:

El lugar de estudio se ubica en la localidad de Pedro Ruiz Gallo de la región de Amazonas, provincia de Bongará, distrito de Jazán en la cuenca del río Utcubamba, con una altitud de 948m.s.n.m, donde se georreferenció el punto de toma de muestra usando un GPS de modelo MAP 66sr MULTI-BAND en el horario de 9:27am. Siendo la ubicación con sus respectivas coordenadas las siguiente:

Tabla 3

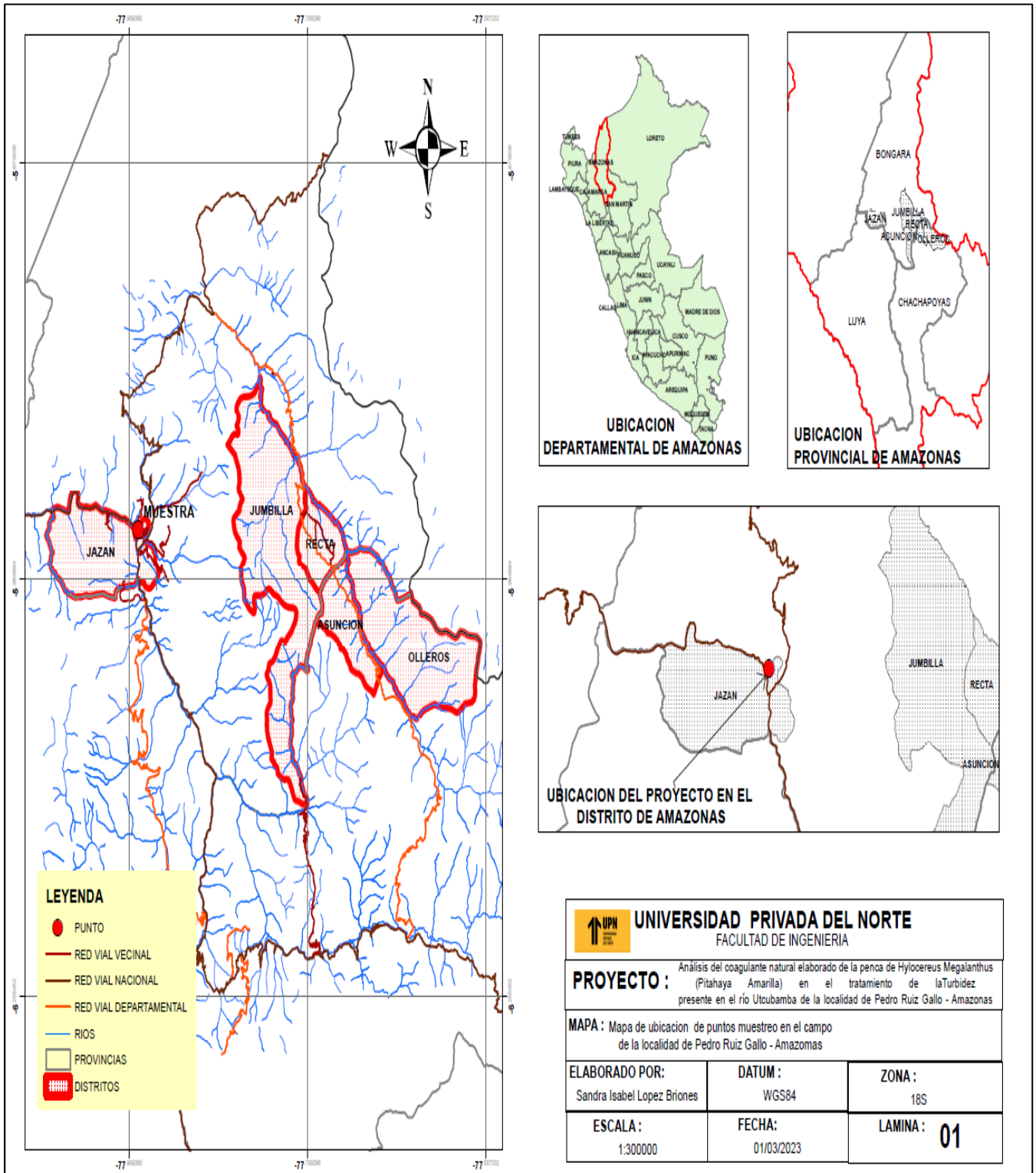
Coordenadas del punto de toma de muestra

Punto	Coordenadas
PRG-1	05°56'09.03" S 077°58'53.42" W

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 6

Mapa de ubicación de la cuenca del río Utcubamba y del punto de toma de muestra



Fuente: Elaboración propia, 2023

2.6.2. Diseño Experimental

Se basó en el diseño factorial, como se detalla a continuación:

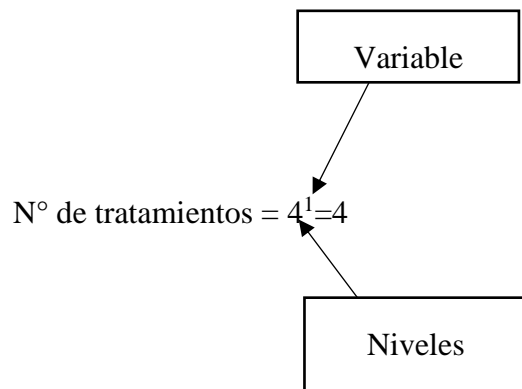
Variable Independiente

X1=Dosis (D1, D2, D3, D4)

Variable Dependiente

Y=% de remoción de turbidez

Por lo cual:



En el presente esquema se detalla el diseño experimental con relación a la distribución de tratamientos, manejando a la variable independiente como factor ya que éste será evaluado durante el experimento mediante la aplicación de los 4 niveles de dosis del coagulante elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus*, dando como resultado un número de 4 tratamientos.

2.6.3. Obtención de la muestra a analizar

Una vez georreferenciada el punto de toma de muestra, se extrajo 4.8L de agua en 1 galonera de una capacidad de 5L, para ser transportado a la ciudad de Lima y realizar el análisis correspondiente.

2.6.4. Obtención de la penca de *Hylocereus Megalanthus*

La penca de *Hylocereus Megalanthus* se recolectó en la localidad de Pedro Ruiz Gallo, se seleccionó 15 unidades en perfectas condiciones, las cuales pesaron en su totalidad 2 kilos, con una medida de 1.15m de altura por 4cm de ancho y espesor de 3cm.

2.6.5. Desarrollo de la etapa experimental

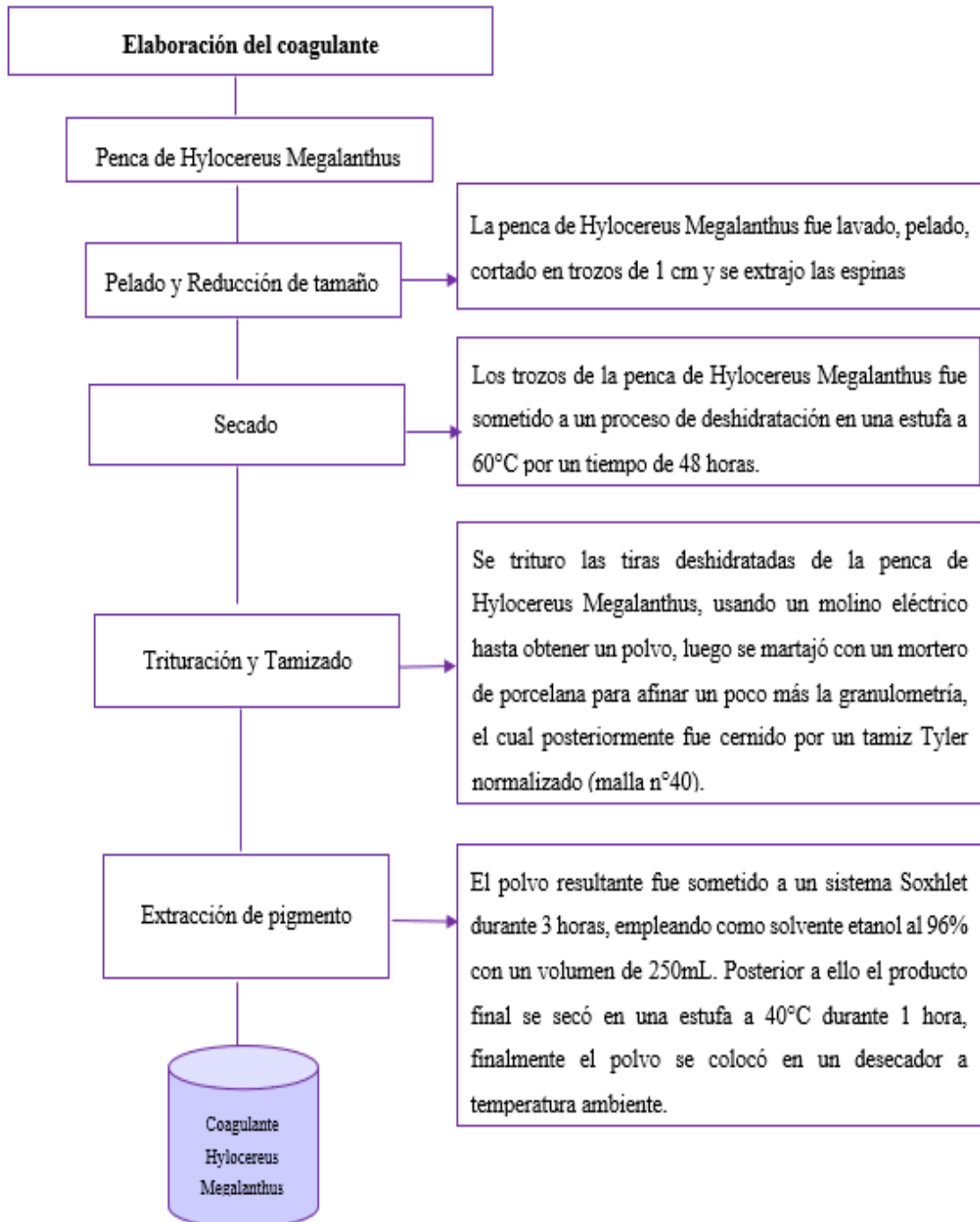
Se realizó 4 análisis con relación al diseño factorial, el tratamiento se elaboró por triplicado dando un total de 12 ensayos a 4 concentraciones de dosis del coagulante elaborado. La investigación se desarrolló en el laboratorio de biología de la universidad Privada del Norte sede Los Olivos. Se determinó aplicar la metodología de Villabona et al (2013), en relación con las concentraciones que experimentó, empleando la cactácea *Opuntia ficus-indica* como coagulante. Cabe recalcar que en base a lo mencionado y resultados que obtuvo el autor, se determinó partir de las concentraciones que usó siendo estos de 75mg/L y 90mg/L, aumentando las dosis de 105mg/L y 120mg/L en el experimento.

2.6.5.1. Diagrama de la elaboración del coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus*:

Los pasos realizados en la elaboración del coagulante natural de la penca de *Hylocereus Megalanthus* son presentados en la siguiente figura.

Figura 7

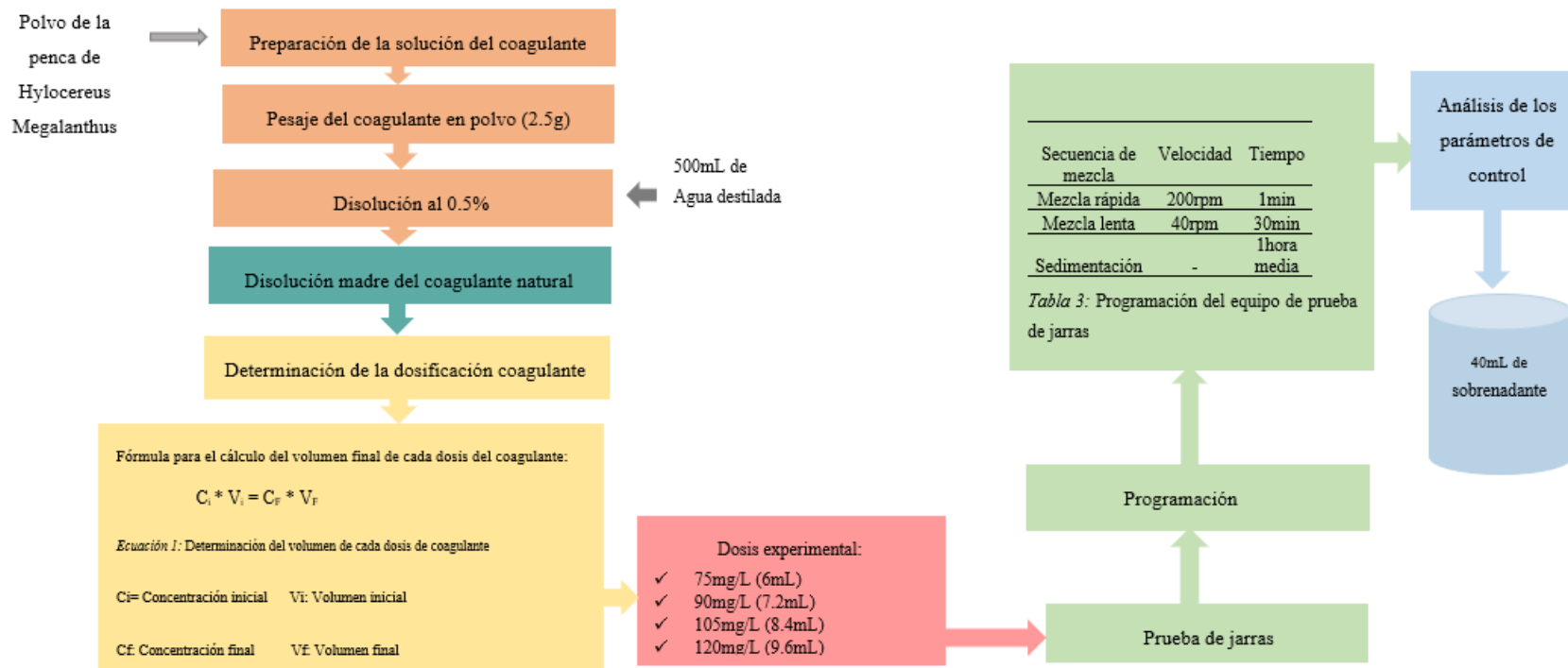
Procedimiento de la elaboración del coagulante de la penca de Hylocereus Megalanthus



2.6.5.2. Diagrama de bloques de la obtención de la solución del coagulante, dosificación y prueba de jarra

Figura 8

Elaboración de la solución del coagulante, dosificación y prueba de jarras



Nota. El presente diagrama describe el proceso desde la preparación de la solución del coagulante a una concentración de 0.5%. Se usó un floculante portátil de modelo FP4 de la marca VELP, con una capacidad de velocidad de 20 a 200 rpm y un tiempo máximo de 30 min para su funcionamiento, una vez culminado la prueba de jarras, se extrajo los vasos de precipitado y se dejó reposar por 1 hora imedia, luego se extrajo el sobrenadante con la ayuda de pipetas, para el análisis de los parámetros correspondiente.

2.6.5.3. Análisis de los parámetros de control

Una vez culminado el proceso del funcionamiento del equipo de prueba de jarras, se procedió a realizar la medición de los parámetros de control determinado. Cabe recalcar que los procedimientos serán elaborados para los 12 tratamientos.

2.6.5.3.1. Potencial de hidrógeno (pH)

Para medir el pH, se utilizó un multiparámetro portátil de la marca HACH, modelo HQ40d, previo al análisis se calibró el equipo, luego se enjuagó la sonda de pH con agua desionizada y se secó. Para dar inicio, se conectó la sonda al medidor y se prendió el equipo, se introdujo la sonda en la muestra, por consiguiente, se presionó el botón de medición para obtener resultados.

2.6.5.3.2. Conductividad Eléctrica

De igual manera se utilizó un multiparámetro portátil de la marca HACH, modelo HQ40d, se calibró el equipo y se enjuagó la sonda de conductividad, una vez que se secó, se conectó la sonda correspondiente al medidor, luego se introdujo en la muestra, se seleccionó el icono de leer, automáticamente en la pantalla indicó la estabilización de la sonda y se obtuvo resultados.

2.6.5.3.3. Sólidos Suspendidos Totales

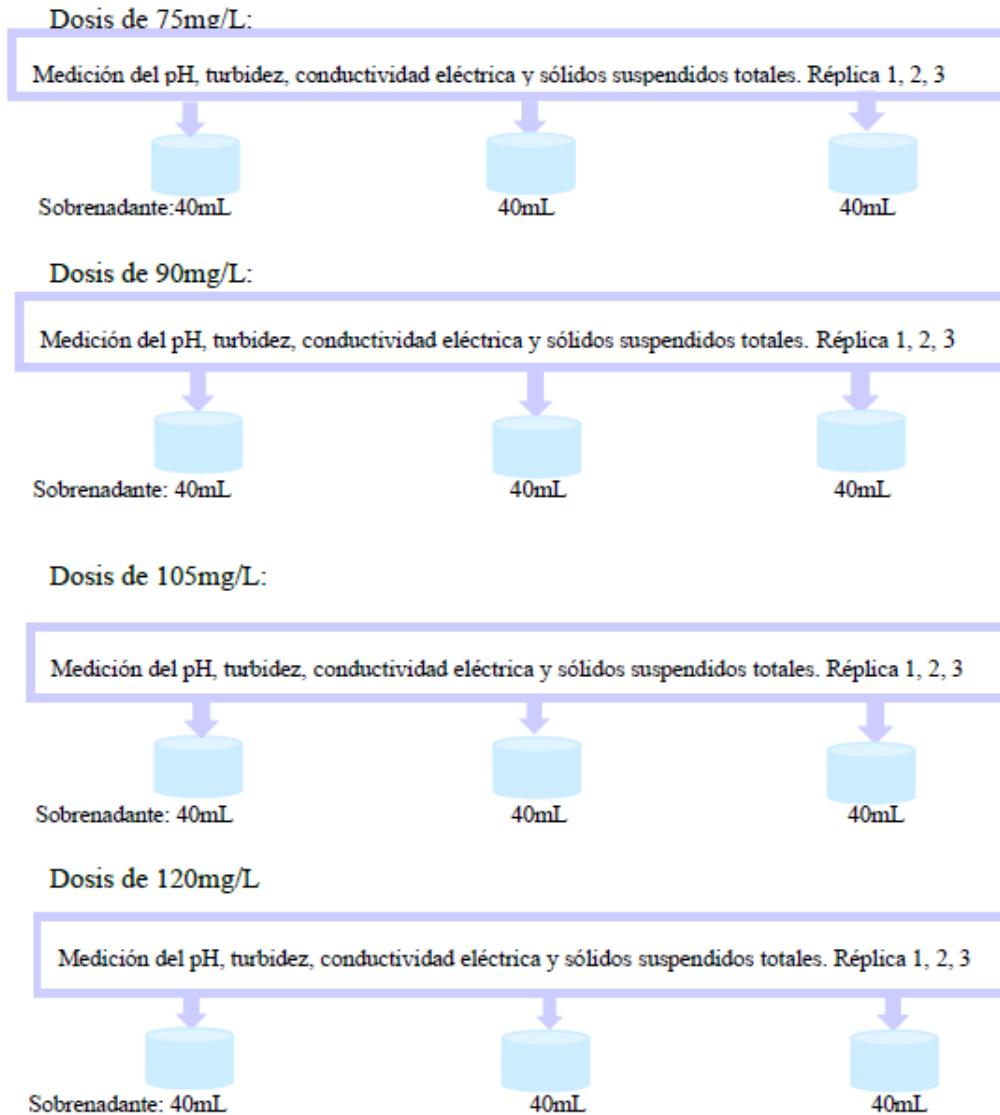
Se aplicó el método fotométrico, para lo cual se usó un colorímetro DR 900, para iniciar la medición, primero se calculó la base cero del equipo introduciendo la celda con una cantidad de 10mL de agua destilada, una vez que se calculó la base cero, se procedió a colocar la muestra del sobrenadante extraído del vaso precipitado después del funcionamiento de prueba de jarras en un volumen de 10mL, se introdujo la celda con la muestra, se tapó y se presionó medir para obtener los resultados.

2.6.5.3.4. Turbidez

Se utilizó un turbidímetro portátil de la marca HACH2100Q, se calibró el equipo pulsando el botón verificar cal para ingresar al menú, luego se insertó una celda de 10mL con agua destilada como blanco. Posterior a ello se inició la medición de la turbidez, se colocó la muestra en la cubeta del equipo aproximadamente 10mL, se limpió con papel para eliminar residuos de agua, se prendió el equipo y finalmente se midió la turbidez en NTU.

2.6.5.4. Esquemas de la medición de los parámetros de control, distribuidos por cada dosis del coagulante
Figura 9

Esquema de agrupación para el análisis de los parámetros de control



Nota. Se aprecia la distribución del sobrenadante extraído de las 3 réplicas, por cada dosis aplicado.

2.7. Aspectos Éticos

Para desarrollar la presente investigación, se tomó en cuenta los aspectos éticos que determina el Decreto Legislativo N° 822, Ley sobre el Derecho de Autor, que aprobó el Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad Privada del Norte, así como también cabe recalcar que las investigaciones consideradas tanto para cada cita y referencia se aplicó adecuadamente la norma APA 7. Así mismo el contenido de la investigación no incluye textos de plagio de otras investigaciones ya que se citó al autor correspondiente.

Con relación a los resultados obtenidos, no se alteró los datos reales ya que se utilizó el instrumento de recolección de datos durante la ejecución del trabajo de investigación, bajo la supervisión del coordinador del laboratorio de biología de la Universidad Privada del Norte, prevaleciendo la calidad de veracidad de los datos adquiridos.

CAPITULO III: RESULTADOS

3.1. Análisis inicial de los parámetros en el laboratorio

A continuación, se muestra la tabla de los resultados de la condición inicial de la turbidez y parámetros complementarios identificados en la muestra extraído del río Utcubamba en el año 2023.

Tabla 4

Análisis inicial de los parámetros de la muestra de agua de río en el laboratorio

Ítem	Parámetros de control	Unidad	Muestra: Agua de río
1	pH	Unidad de pH	7.52
2	Turbidez	NTU	50.63
3	Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	43.3
4	Conductividad Eléctrica	μS/cm	535

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.2. Resultados de las 3 réplicas del tratamiento

A continuación, se detalla las tablas con los resultados de la primera, segunda y tercera réplica obtenido después de la ejecución del experimento con la aplicación del coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus*.

Tabla 5

*Primera réplica del tratamiento con el coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus**

Parámetros de control	Unidad	Muestra de agua de río	Muestra de agua de río tratada			
			75mg/L	90mg/L	105mg/L	120mg/L
pH	Unidad de pH	7.52	7.7	7.9	7.9	8
Turbidez	NTU	50.63	18.1	19.2	19.8	20.5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	43.3	23.3	25	23	23

Conductividad Eléctrica	μS/cm	535	514.6	516.3	515	520
-------------------------	-------	-----	-------	-------	-----	-----

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 6

Segunda réplica del tratamiento con el coagulante de la penca de Hylocereus Megalanthus.

Parámetro de control	Unidad	Muestra de agua de río	Muestra de agua de río tratada			
			75mg/L	90mg/L	105mg/L	120mg/L
pH	Unidad de pH	7.52	8.04	8.11	8.1	7.98
Turbidez	NTU	50.63	19.5	19.9	20.4	20
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	43.3	23	22	24	24
Conductividad Eléctrica	μS/cm	535	513	514	512	515

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 7

Tercera réplica del tratamiento con el coagulante de la penca de Hylocereus Megalanthus.

Parámetros de control	Unidad	Muestra de agua de río	Muestra de agua de río tratada			
			75mg/L	90mg/L	105mg/L	120mg/L
pH	Unidad de pH	7.52	8.16	8.1	8.09	8.03
Turbidez	NTU	50.63	18.1	19.4	19.7	19.7
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	43.3	22	22	24	25
Conductividad Eléctrica	μS/cm	535	513	514	514	513

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.3. Promedio del resultado de las 3 réplicas del tratamiento con el coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus*

En la tabla 8 se determina el promedio de los valores obtenidos después del tratamiento con la aplicación del coagulante elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus* a las diferentes dosis experimentados.

Tabla 8

Promedio de los resultados de las 3 réplicas del tratamiento de la muestra de agua de río.

Parámetros de control	Unidad	Muestra de agua de río	Muestra de agua de río tratada promedio de las réplicas 1, 2, 3			
			75mg/L	90mg/L	105mg/L	120mg/L
pH	Unidad de pH	7.52	7.9	8.03	8.03	8
Turbidez	NTU	50.63	18.5	19.6	19.9	20
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	43.3	22.7	23	23.6	24
Conductividad Eléctrica	μS/cm	535	513.5	514.7	513.6	516

Fuente: Elaboración propia, 2023.

De acuerdo con los resultados obtenidos y descritos en las tablas detalladas, se puede apreciar que no se logró el límite para el parámetro de turbidez que determina el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueba el ECA del agua siendo éste de 5NTU para la categoría 1: Poblacional y Recreacional en la subcategoría A. Frente a esta situación sería bueno seguir con los ensayos de experimentos utilizando esta especie de penca hasta lograr el objetivo de cumplir con lo que dispone la normativa ya que está comprobado sus propiedades como coagulante en la remoción de turbidez. Sin embargo, en el ítem de agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional los resultados están dentro del límite.

3.4. Determinación de la dosis óptima

Se consideró 4 dosis de concentración del coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus* los cuales fueron experimentados mediante la prueba de jarras. Las dosis aplicadas se detallan de la siguiente manera:

Tabla 9

Dosis experimental adicionadas durante el funcionamiento de la prueba de jarras

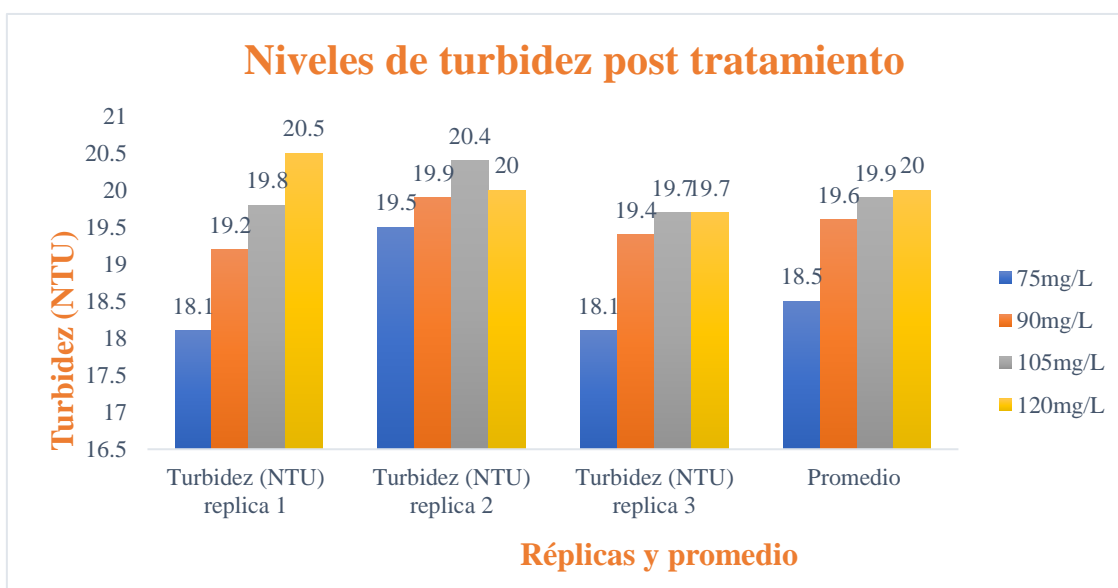
Coagulante	Concentración al 0.5%	Dosis experimental		
		Réplica 1 mL	Réplica 2 mL	Réplica 3 mL
	75(mg/L)	6	6	6
Hylocereus	90(mg/L)	7.2	7.2	7.2
Megalanthus	105(mg/L)	8.4	8.4	8.4
	120(mg/L)	9.6	9.6	9.6

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.4.1. Interpretación de resultados

Figura 10

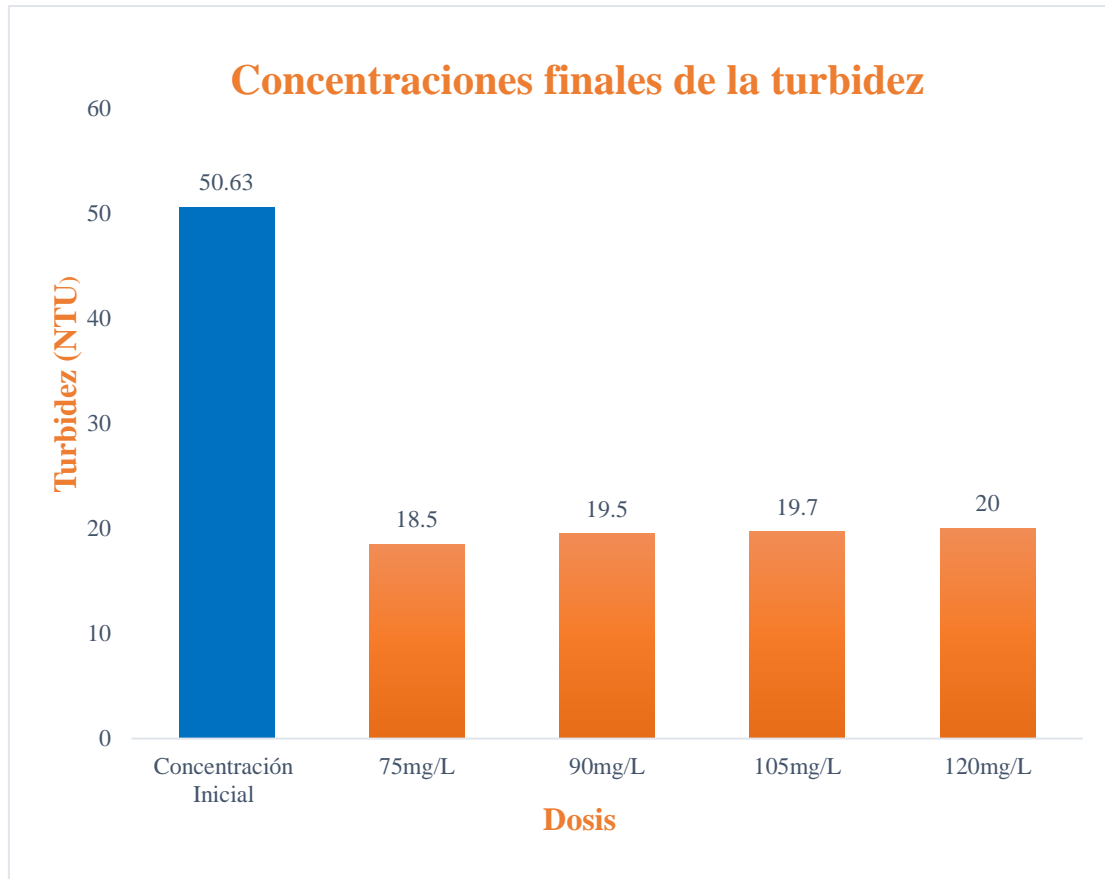
*Gráfico de la comparación de los niveles de turbidez después del tratamiento con el coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus**



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 11

Gráfico de la comparación de las concentraciones finales de turbidez en relación con las 4 dosis aplicadas y la concentración inicial.

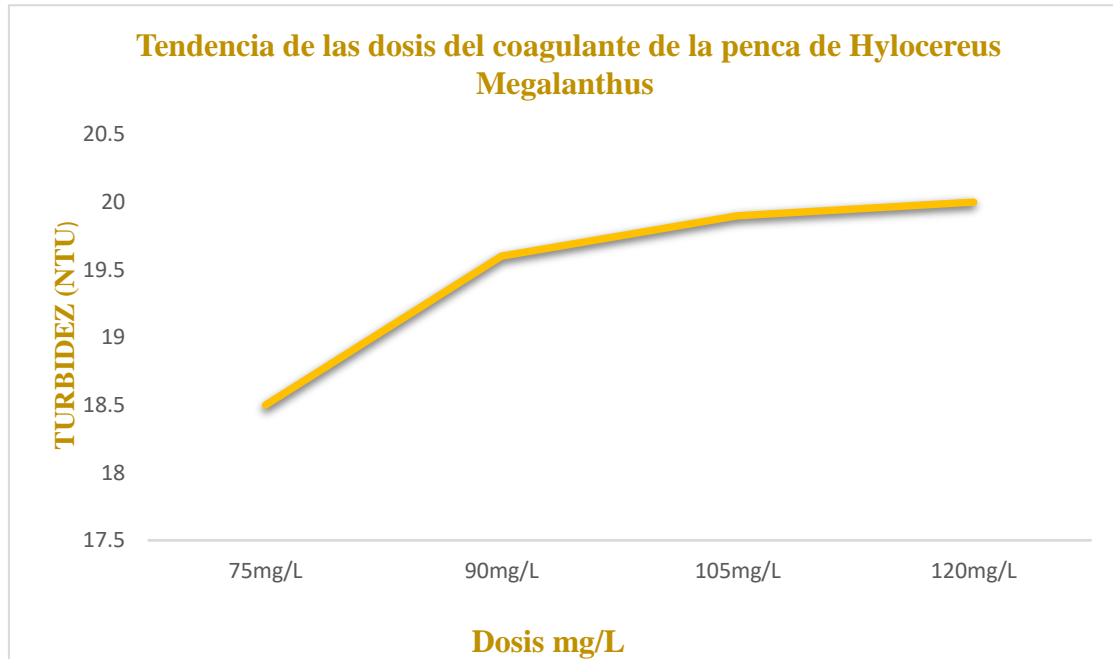


Fuente: Elaboración propia, 2023.

Nota. Como se observa en la figura 11, los niveles de turbidez después del tratamiento de la muestra de agua de río con el coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus* a diferentes dosis de 75mg/L, 90mg/L, 105mg/L y 120mg/L, se puede apreciar que hay una mejor remoción con la dosis de 75mg/L en las 3 réplicas removiendo la turbidez hasta 18.5NTU.

Figura 12

Gráfico de interpretación de la curva de tendencia de las dosis del coagulante de la penca de Hylocereus Megalanthus

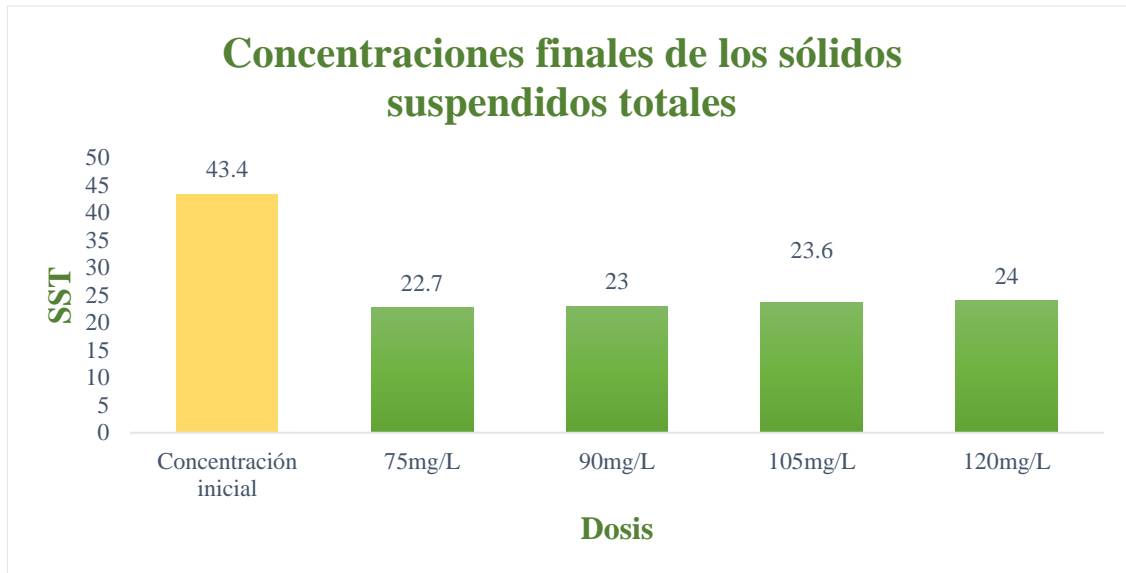


Fuente: Elaboración propia, 2023.

Nota. La figura 12. Representa el comportamiento del coagulante en relación con las dosis experimentadas, se puede identificar que la mejor eficiencia del coagulante de la penca de Hylocereus Megalanthus es a una concentración de 75mg/L. Cabe recalcar que la tendencia del coagulante se mantiene a partir de la concentración de 90mg/L ya que no hay un cambio notorio con la concentración de 105mg/L y 120mg/L. Por lo expuesto se determina que la dosis óptima es de 75mg/L.

Figura 13

*Gráfico de la comparación de los niveles de los sólidos suspendidos totales después del tratamiento con el coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus* y concentración inicial.*

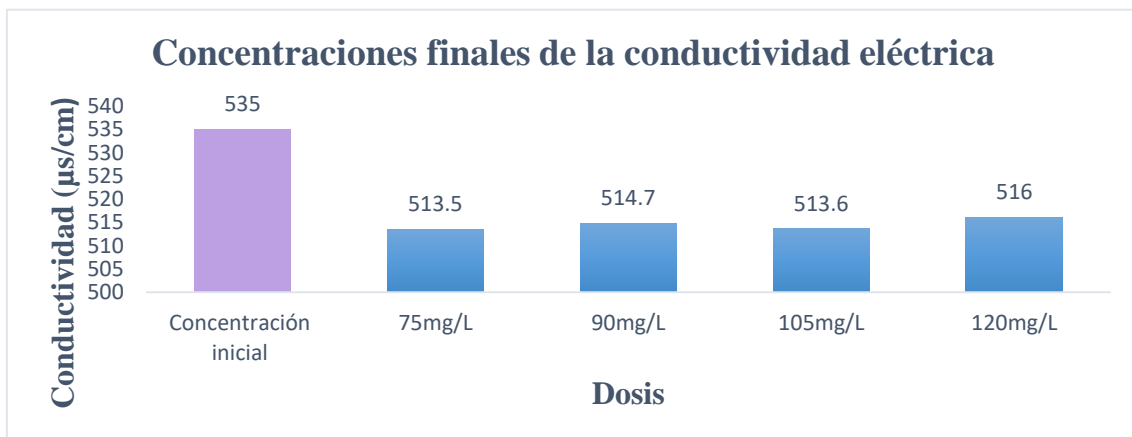


Fuente: Elaboración propia, 20223

Nota. Como se observa en la figura 13. Se puede apreciar los diferentes niveles de remoción de SST, para las 3 réplicas después del tratamiento con el coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus*, siendo la dosis de 75mg/L la de mejor remoción con un resultado de 22.7mg/L.

Figura 14

*Gráfico de la comparación de los niveles de Conductividad Eléctrica después del tratamiento con el coagulante de *Hylocereus Megalanthus**



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Nota. En la figura 14, se aprecia los niveles de conductividad eléctrica después del tratamiento, con respecto a la mejor eficiencia del coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus* se identifica entre las dosis de 75mg/L y 105mg/L, obteniendo un resultado parecido de 513.5µs/cm y 513.6µs/cm.

3.5. Determinación de la eficiencia del coagulante

Una vez obtenida los resultados del análisis de los parámetros de control se calculó el porcentaje de remoción con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Remoción de turbidez} = \frac{C_i - C_0}{C_i} \times 100$$

Ecuación 1 *Porcentaje de remoción de la turbidez*

Ci: Concentración inicial

C0: Concentración final

3.5.1. Porcentaje de remoción de la turbidez por cada réplica

En la tabla 10. Se aprecia el porcentaje de remoción de turbidez por cada réplica.

Tabla 10

Porcentaje de remoción de la turbidez por cada réplica

Réplica 1		
Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis 75mg/L	Porcentaje de remoción %
50.63	18.1	64.25
Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis90mg/L	Porcentaje de remoción %
50.63	19.2	62.08
Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis105 mg/L	Porcentaje de remoción %
50.63	19.8	60.89
Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis 120mg/L	Porcentaje de remoción %
50.63	20.5	59.51
Réplica 2		
Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis 75mg/L	Porcentaje de remoción %
50.63	18.1	64.25
Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis90mg/L	Porcentaje de remoción %
50.63	19.2	62.08
Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis105 mg/L	Porcentaje de remoción %

50.63	19.8	60.89
Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis 120mg/L	Porcentaje de remoción %
50.63	20.5	59.51

Réplica 3

Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis 75mg/L	Porcentaje de remoción %
50.63	18.1	64.25
Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis 90mg/L	Porcentaje de remoción %
50.63	19.2	62.08
Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis 105 mg/L	Porcentaje de remoción %
50.63	19.7	61.09
Concentración inicial de turbidez (NTU)	Dosis 120mg/L	Porcentaje de remoción %
50.63	19.7	61.09

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.5.2. Porcentaje de la remoción de la turbidez del promedio

En la tabla 11. Se aprecia el porcentaje de remoción de la turbidez del promedio, siendo el de mejor remoción a una dosis de 75mg/L y su desviación estándar.

Tabla 11

Porcentaje de remoción de la turbidez del promedio

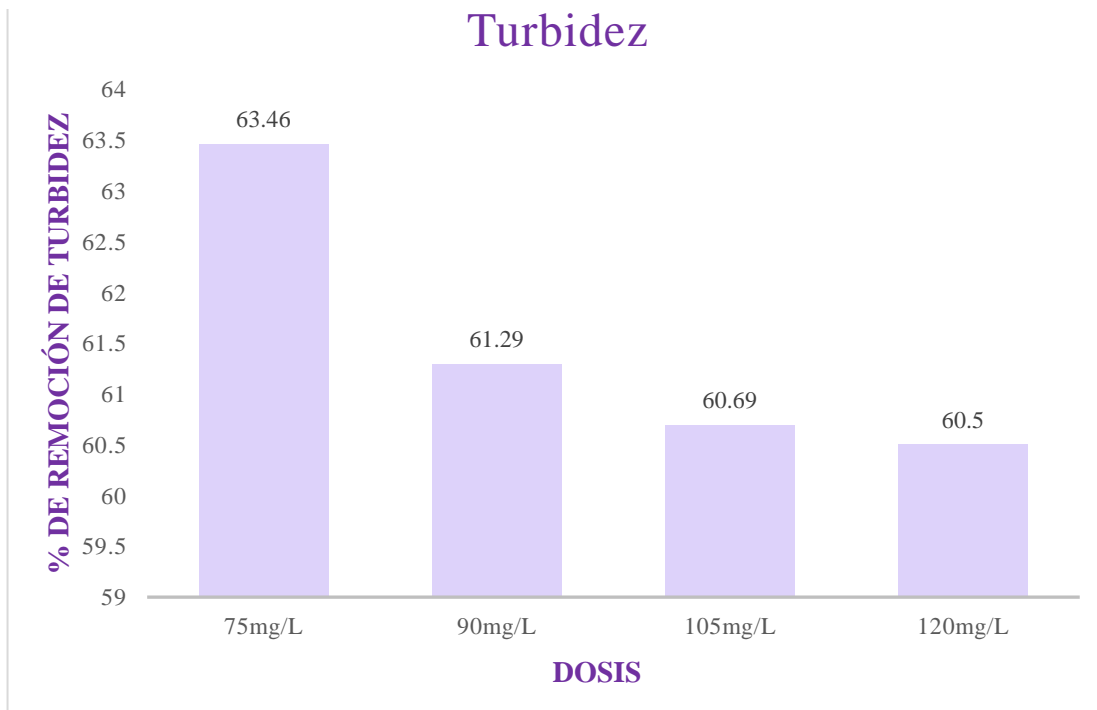
Concentración Inicial de Turbidez (NTU)	Dosis 75mg/L	Porcentaje de Remoción %	Desviación Estándar
50.63	18.5	63.46	1.59
Concentración Inicial de Turbidez (NTU)	Dosis 90mg/L	Porcentaje de Remoción %	Desviación Estándar
50.63	19.6	61.29	0.71
Concentración Inicial de Turbidez (NTU)	Dosis 105mg/L	Porcentaje de Remoción %	Desviación Estándar
50.63	19.9	60.69	0.75
Concentración Inicial de Turbidez (NTU)	Dosis 120mg/L	Porcentaje de Remoción %	Desviación Estándar
50.63	20	60.50	0.80

Fuente: Elaboración propia, 2023

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 15

Gráfico de los porcentajes de remoción de la turbidez del promedio por cada dosis



Fuente : Elaboración propia, 2023.

3.5.3. Porcentaje de la remoción de los sólidos suspendidos totales del promedio

En la tabla 12. Se aprecia el porcentaje de remoción de los sólidos suspendidos totales, determinando que la mejor reducción surgió a una dosis de 75mg/L con un 47.5% y su desviación estándar.

Tabla 12

Remoción de los sólidos suspendidos totales del promedio

Concentración Inicial de SST	Dosis 75mg/L	Porcentaje de Remoción %	Desviación Estándar
50.63	22.7	47.58	1.57
Concentración Inicial de SST	Dosis 90mg/L	Porcentaje de Remoción %	Desviación Estándar
50.63	23	46.88	2.66

Concentración Inicial de SST	Dosis 105mg/L	Porcentaje de Remoción %	Desviación Estándar
50.63	23.6	45.5	1.33

Concentración Inicial de SST	Dosis 120mg/L	Porcentaje de Remoción %	Desviación Estándar
50.63	24	44.57	2.3

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.6. Resultados del análisis estadístico

3.6.1. Estadística Descriptiva

3.6.1.1. Turbidez

3.6.1.2. Análisis ANOVA de un solo factor: Remoción de turbidez (%) vs. Dosis (mg/L)

Se elaboró un análisis de varianza, evaluando el porcentaje de remoción de turbidez por los diferentes niveles de dosis del coagulante de *Hylocereus Megalanthus* aplicados durante el experimento.

3.6.1.2.1. Reporte del resumen del análisis

En la tabla 13, se aprecia un resumen del análisis ANOVA de un solo factor siendo éste los niveles de dosis del coagulante de *Hylocereus Megalanthus*, aplicados para remover la turbidez, se calculó el promedio, la varianza, desviación estándar y el coeficiente de variabilidad. El coeficiente de variabilidad (CV), indica la disgregación de un conjunto de datos con relación al valor medio, para determinar la precisión de las mediciones ya que el experimento se realizó por triplicado. Asimismo, en la tabla 14, se aprecia los intervalos de precisión definido por Gordón y Camargo (2015). Según los resultados obtenidos se interpreta que los datos están dentro del rango de aceptable.

Tabla 13

Resumen del análisis de varianza

Grupos	Promedio	Varianza	Desviación Estándar	Coficiente de Variabilidad
Dosis (75mg/L)	63.33	2.54	1.59	0.03
Dosis2 (90mg/L)	61.49	0.50	0.71	0.01
Dosis3(105mg/L)	60.56	0.56	0.75	0.01
Dosis4 120mg/L	60.37	0.64	0.80	0.01

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Tabla 14

Intervalo de rangos del coeficiente de variabilidad (CV)

Aceptable	Buena/Regular	Mala	Descartar
$0 < CV \leq 10$	$10 < CV \leq 20$	$20 < CV \leq 30$	$CV \geq 30$

Fuente: Gordón y Camargo (2015)

3.6.1.2.2. Información del facto

Tabla 15

Información del factor

Factor	Niveles	Valores
Dosis (mg/L)	4	75; 90; 105; 120

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.6.1.2.3. Análisis de la varianza

En la tabla 16, se identifica que el valor p es 0.028, siendo menor que el nivel de significancia de 0,05, por lo cual se demuestra que las diferencias entre las medias son estadísticamente significativas.

Tabla 16

Descriptivo del análisis de la varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosis (mg/L)	3	16.472	5.491	5.17	0.028
Error	8	8.504	1.063		
Total	11	24.977			

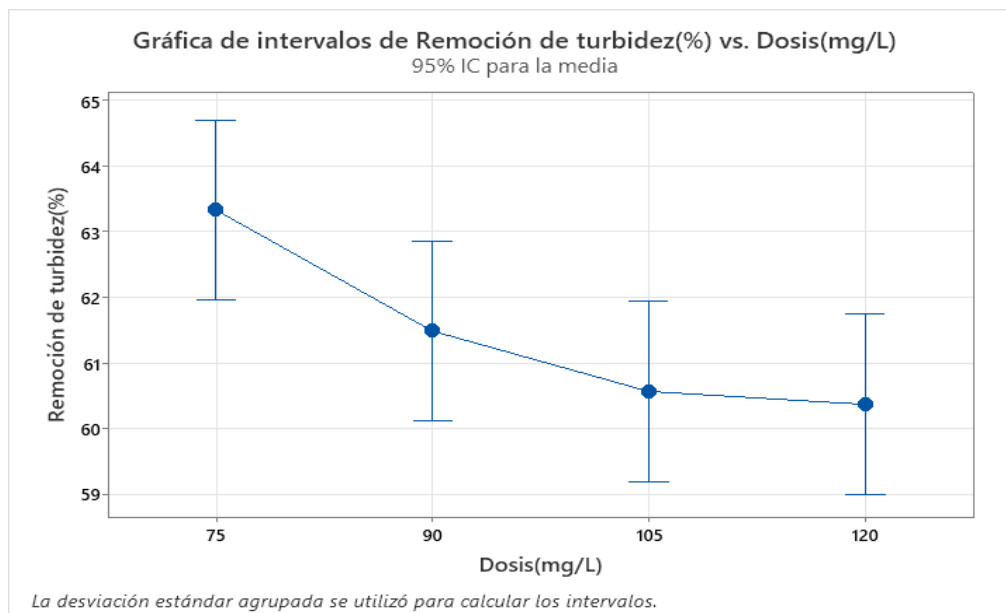
Fuente: Elaboración propia, 2023.

Conclusión: Considerando un porcentaje del 5% de significancia, se define que la diferencia entre las medias de la remoción de turbidez por los diferentes niveles de dosis del coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus* es estadísticamente significativa, determinando la fiabilidad de los resultados obtenidos.

Nota. Se consideró la desviación estándar agrupada para calcular los intervalos de la relación de remoción de turbidez vs dosis del coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus*, siendo ésta de 0.52, dicha relación se aprecia en el siguiente gráfico.

Figura 16

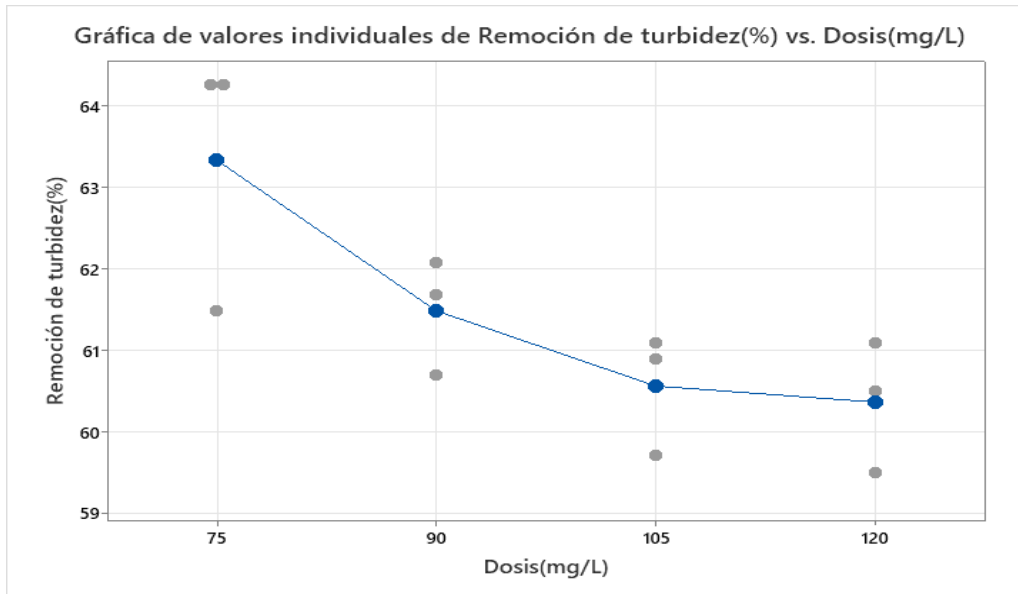
Gráfico de los intervalos de remoción de turbidez (NTU) vs dosis(mg/L)



Fuente: Elaboración propia, 2023

Figura 17

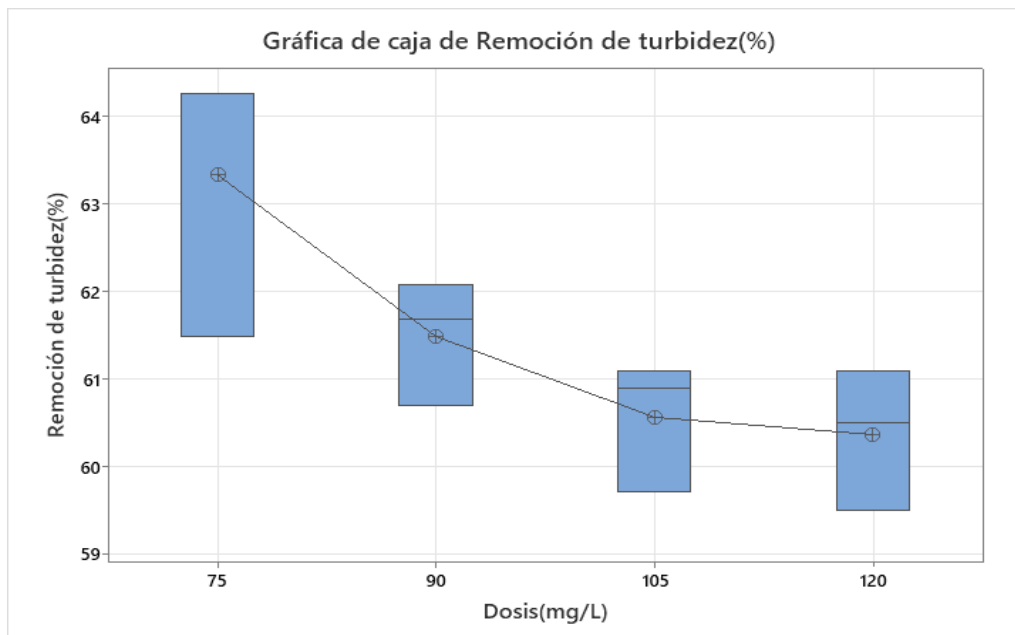
Gráfico de los valores individuales de remoción de turbidez (%) vs dosis(mg/L)



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 18

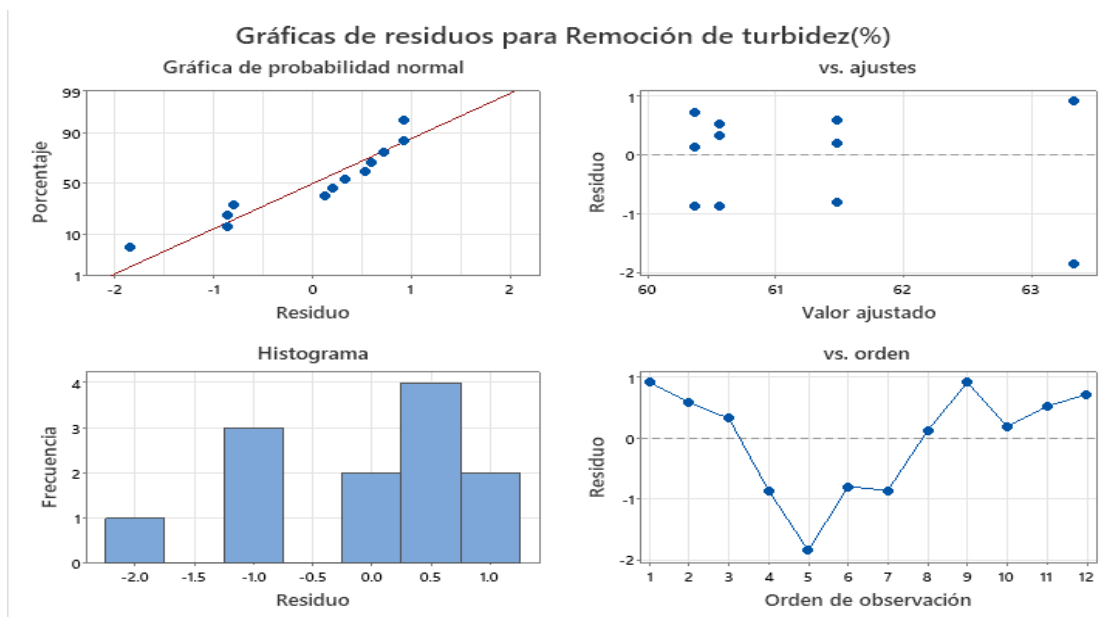
Gráfico de caja de remoción de turbidez (%)



Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 19

Gráfico de los residuos para remoción de turbidez (%)



Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.6.1.2.5. Prueba e IC para dos varianzas: Dosis(mg/L); Remoción de turbidez (%)

En la tabla 19, se detalla la desviación estándar, varianza y intervalos de confianza para las dos variables analizadas.

Tabla 19

Estadísticas descriptivas

Variable	N	Desv.Est.	Varianza	IC de 95% para σ
Dosis(mg/L)	12	17.516	306.818	(13.724; 26.721)
Remoción de turbidez (%)	12	1.507	2.271	(0.902; 3.008)

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 20. Se determina que la relación entre la desviación estándar del porcentaje de remoción es de 11.62 unidades, así mismo los intervalos de confianza.

Tabla 20

Relación de desviaciones estándar

Relación estimada	IC de 95% para la relación usando Bonett	IC de 95% para la relación usando Levene
11.6244	(6.923; 28.825)	(7.753; 41.227)

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Prueba

Hipótesis nula $H_0: \sigma_1 / \sigma_2 = 1$

Hipótesis alterna $H_1: \sigma_1 / \sigma_2 \neq 1$

Nivel de significancia $\alpha = 0.05$

En la tabla 21 se aprecia los resultados obtenidos para la prueba estadística , tomando en cuenta los métodos de Bonett y Levene.

Tabla 21

Tabla de la estadística de prueba

P Método	Estadística de prueba	GL1	GL2	Valor p
Bonett	53.33	1		0.000
Levene	37.38	1	22	0.000

Fuente: Elaboración propia, 2023.

H0: Si el valor p es mayor, la desviación estándar de las variables no es estadísticamente significativa

Hi: Si el valor p es menor o igual, la desviación estándar de las variables es estadísticamente significativa.

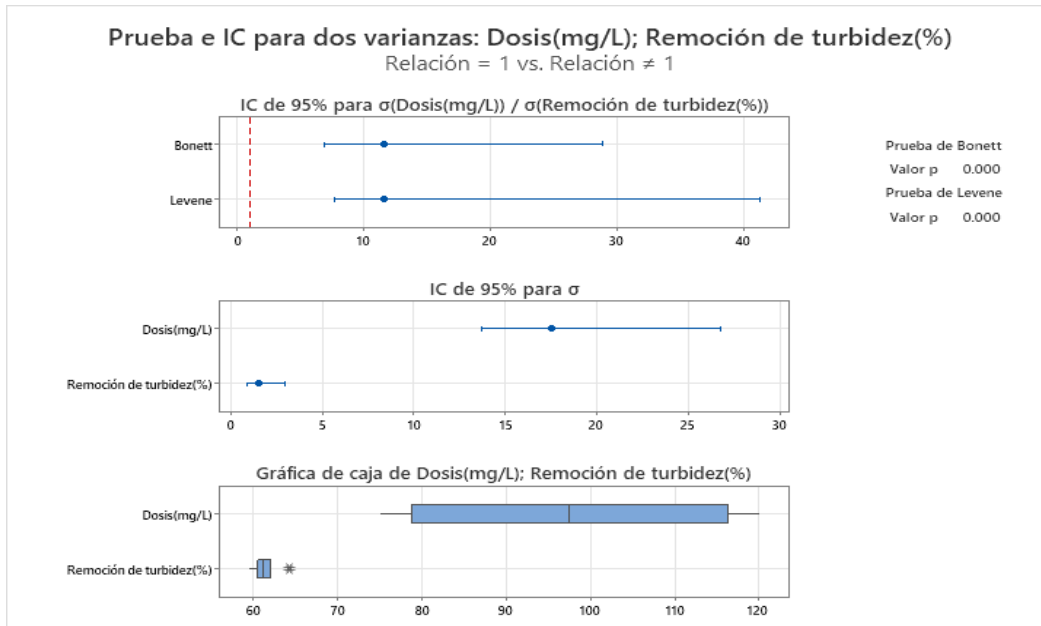
P-valor = $0 < 0.05$

Decisión: Se rechaza la H0 y se acepta la Hi

Conclusión: Con una significancia del 5% se define que la desviación estándar de las variables es estadísticamente significativa.

Figura 20

Gráfico de prueba e intervalos de confianza para dos varianzas



Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.6.1.2.6. Análisis Tukey

Se usó este método debido que, el diseño experimental se determinó realizarlo por triplicado teniendo la misma cantidad de repeticiones, con la finalidad de definir si hay una relación entre las medias de un grupo con otro.

3.6.1.2.6.1. Comparaciones por parejas de Tukey: % remoción de turbidez

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes, como se detalla de acuerdo con los resultados del análisis Tukey en la tabla 22, todas las medias comparten la misma letra, lo que quiere decir es que las medias de un grupo con otro si guardan relación demostrando que éstas son estadísticamente significativas.

Tabla 22

Agrupación de información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Dosis (mg/L)	N	Media	Agrupación
75	3	63.330	A
90	3	61.487	A
105	3	60.563	A
120	3	57.37	A

Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 23, se detalla los intervalos de confianza simultáneos al 95% por cada diferencia de niveles de las dosis del coagulante y su valor p.

Tabla 23

Prueba simultánea de Tukey para diferencia de las medias

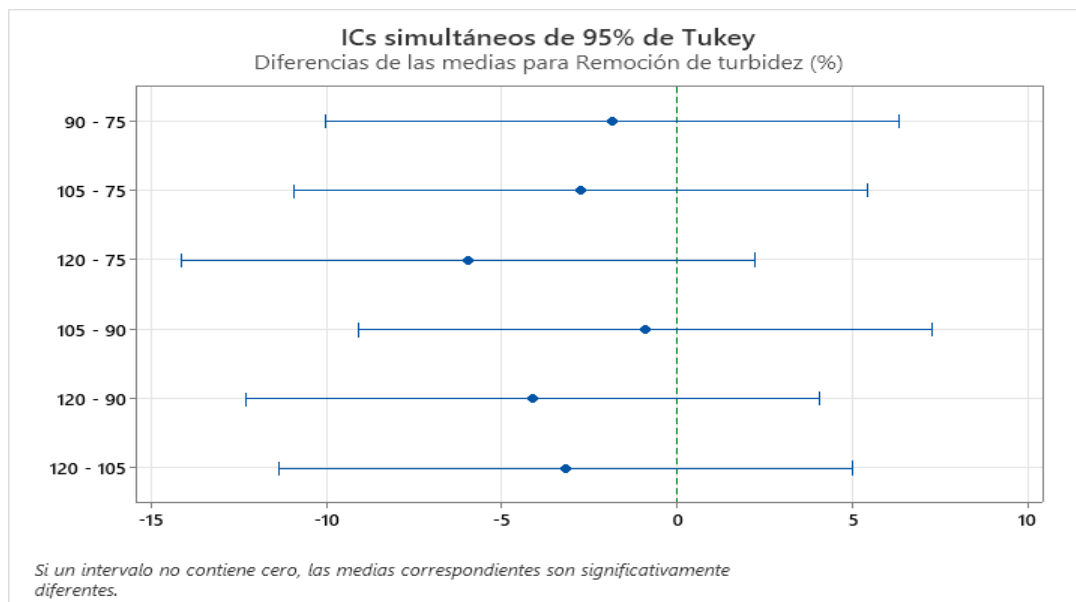
Diferencia de niveles	Diferencia de las medias	EE de IC simultaneo de diferencia	95%	Valor T	Valor p ajustado
90 - 75	-1.84	2.55	(-10.00; 6.32)	-0.72	0.885
105 - 75	-2.77	2.55	(-10.93; 5.39)	-1.09	0.707
120 - 75	-5.96	2.55	(-14.12; 2.20)	-2.34	0.168
105 - 90	-0.92	2.55	(-9.08; 7.24)	-0.36	0.983
120 - 90	-4.12	2.55	(-12.28; 4.04)	-1.62	0.422
120 - 105	-3.20	2.55	(-11.36; 4.96)	-1.25	0.613

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Según la figura 21. En el gráfico se puede apreciar los intervalos de confianza al 95%, de acuerdo con los valores obtenidos se interpreta que las medias no presentan diferencia estadísticamente significativa debido que, todos los intervalos contienen al valor de 0, concluyendo que sí existe una relación entre las agrupaciones de las medias.

Figura 21

Gráfico de la diferencia de las medias para la Remoción de Turbidez (%)



Fuente: Elaboración propia, 2023.

En la tabla 24, se detalla los datos obtenidos del análisis de varianza según el método de Tukey.

Tabla 24

Análisis de Varianza para determinar la relación entre las medias según Tukey

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Dosis (mg/L)	3	55.99	18.665	1.92	0.205
Error	8	77.89	9.737		
Total	11	133.89			

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Nivel de confianza individual = 95%

H0: El promedio del porcentaje de remoción de turbidez por cada dosis entre el grupo de las medias es igual, con un 95% de confiabilidad.

Hi: Por lo menos un grupo de las medias del promedio del porcentaje de remoción de turbidez por cada dosis es distinto, con un 95% de confiabilidad.

Valor-p = 0.205 > 0.05

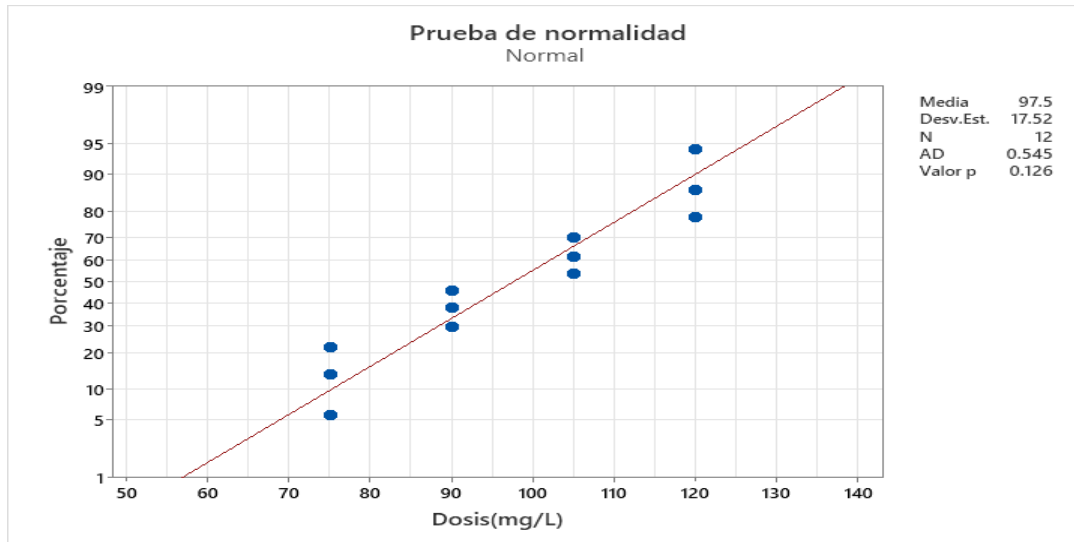
Decisión: Se acepta H0 y se rechaza Hi

Conclusión: Con un nivel de confianza del 95% se concluye que el promedio del porcentaje de remoción de turbidez por cada dosis entre los grupos de las medias es igual con un nivel de confianza del 95%.

3.6.1.2.7. Prueba de Normalidad

Figura 22

Gráfico de la prueba de normalidad



Fuente : Elaboración propia,2023.

La prueba de normalidad determina si los datos siguen una distribución normal, considerando un nivel de significancia de 0.05, de acuerdo con el gráfico se determinó lo siguiente:

H₀: Los datos tienen distribución normal

H_i: Los datos no tienen una distribución normal

Nivel de significancia $\alpha=0.05$

Si **P-value** = 0.126 > 0,05

Decisión: Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna

Conclusión: Considerando un porcentaje del 5% de significancia, se define que los datos obtenidos no tienen una distribución normal.

3.6.1.2.8. Cálculo del coeficiente de determinación R²

Se consideró la correlación entre las dosis del coagulante de Hylocereus Megalanthus y la turbidez inicial, para obtener la ecuación de regresión en base a las dosis aplicadas y la remoción que surgió después del tratamiento, así mismo presenta un valor entre 0 y 1.

Tabla 25

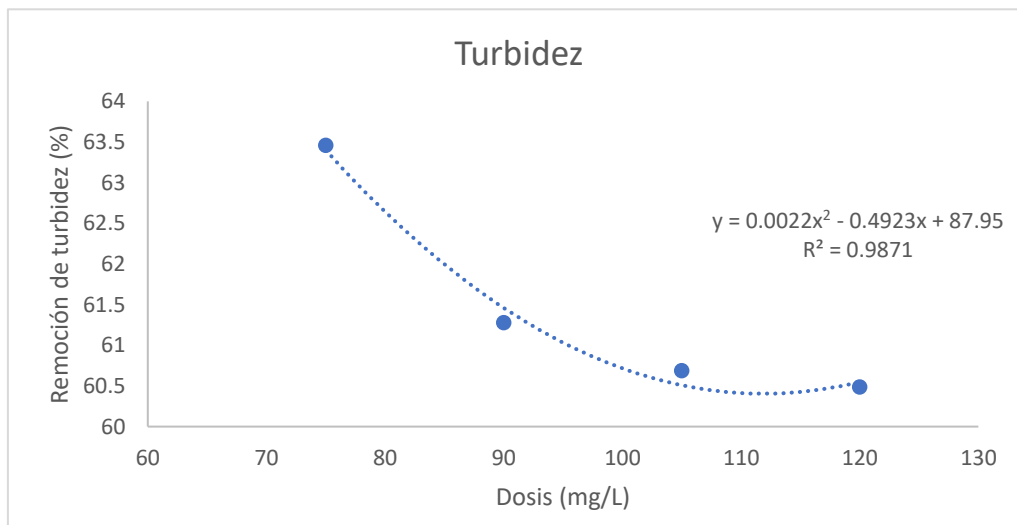
Resultado del cálculo del coeficiente de determinación R2

X(Dosis)	Y (remoción%)	R2
75	63.46	
90	61.28	0.9871
105	60.69	
120	60.49	

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 23

Gráfico del coeficiente de determinación (R2)



Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.6.1.2.9. Coeficiente de correlación (r)

El coeficiente de correlación presenta un valor de -1 y 1, mide la asociación existente entre los datos obtenidos de la remoción de turbidez, así mismo si $r = 0$ significa que no existe correlación entre los datos considerados.

Tabla 26*Resultado del cálculo del coeficiente de correlación (r)*

X (Dosis)	Y (remoción%)	r
75	63.46	
90	61.28	-0.9
105	60.69	
120	60.49	

Nota. En la tabla 26: se aprecia el resultado del cálculo del coeficiente de correlación obtenido siendo éste de -0.9, teniendo una cercanía a -1, por lo cual se determina que sí existe correlación entre los datos analizados.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Previo al experimento de la aplicación de las dosis del coagulante natural, se realizó un análisis de la muestra extraída del río Utcubamba a nivel de laboratorio como línea base, obteniendo una concentración inicial de turbidez de 50.63NTU superando los límites del ECA del Agua, normativa aprobada a través del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Con relación al planteamiento del problema general se demostró que la penca de *Hylocereus Megalanthus* logró remover la turbidez hasta 18.5NTU, asimismo según los resultados por parte del laboratorio particular acreditado fue de 13NTU. Sin embargo, Bermúdez (2022) en su investigación evaluó a la penca de *Hylocereus Megalanthus*, realizó 2 ensayos la primera a una concentración alta de turbidez en muestra de agua sintética de 2407NTU logrando una reducción hasta 120NTU con una dosis de 150mL/L, en su segundo ensayo logró reducir de una concentración inicial de 31.3NTU hasta 6.8NTU. Así como también; el autor Bautista (2019), evaluó 3 especies de cactáceas siendo la de mejor resultado el coagulante elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus*, con una dosis de 90mg/L removiendo la turbidez de 33.40NTU hasta 20.6NTU. De esta manera se puede demostrar la efectividad del poder del coagulante elaborado ya que esta especie de penca fue probada con diferentes metodologías logrando resultados positivos, cabe recalcar que los datos obtenidos aun superan el ECA ya que esta variable debe ser 5NTU sin embargo es preciso mencionar que se removió significativamente la turbidez con un método natural y no afecta la salud de las personas. Por otro lado, Morillo et al. (2017), considera a la penca de *Hylocereus Megalanthus* como una cactácea, asimismo Saurabh (2018), indica que las cactáceas contienen carbohidratos, siendo éste su fuente del componente activo por contener moléculas relacionadas con la propiedad de coagulación y clarificación del agua.

Por otra parte con la finalidad de responder a la pregunta específica 1, se demostró la eficiencia de la penca de *Hylocereus Megalanthus* como coagulante, logrando una remoción de turbidez de 63.46%, así como también en base a los resultados del laboratorio particular acreditado presenta una eficiencia de 76.3%, por otra parte, Bermúdez (2022), desarrolló 2 ensayos utilizando la misma especie de penca (*Hylocereus Megalanthus*), obteniendo una eficiencia de 90.08% en su primer ensayo y en su segundo un 78% de remoción de turbidez. Del mismo modo Choez & Vargas (2020) evaluaron la pulpa de la Pitahaya Amarilla (*Selenicereus Megalanthus*) como coagulante para reducir

la turbidez, demostrando un 58.75% de eficiencia. En la investigación de Meza (2018), determina que su mejor porcentaje de remoción es de 74.27% usando la penca de *Hylocereus Lemarei* como coagulante con cloruro de sodio al 1% de concentración siendo en su cantidad exacta de 3mL. En relación con lo mencionado Bautista (2019), usó en su experimento 3 tipos de especies siendo una de ellas la penca de *Hylocereus Megalanthus* la de mejor remoción de turbidez con un 37.79% a una concentración de 90mg/L de coagulante. Así mismo Villabona et al. (2013) en su investigación usó la penca de *Opuntia ficus-indica* obteniendo una eficiencia de 70% de remoción de turbidez. También Pastor & Michán (2021), evaluó al polvo de la semilla de *Moringa Olifeira* como coagulante, obteniendo una remoción de 77.90% a una concentración de dosis de 0.8g, de igual manera Quispe & Ordoño (2018), consideró usar dos especies, los cuales son: *Agave Americano* (penca) y *Triticum Vulgare* (trigo), con la ayuda de un filtro estructurado en un balde, organizado por tres capas, una de esponja, arena gruesa y graba. Obteniendo una mayor reducción de turbidez con un 79.56% en caso del *Agave Americano* y 79.85% con el *Triticum Vulgare* a una concentración de 70mL por cada tipo de coagulante. De esta manera se puede apreciar que el porcentaje de remoción del coagulante de *Hylocereus Megalanthus* es parecido al de los coagulantes mencionados teniendo como semejanza que alguno de ellos son cactáceas y pertenecen a la misma familia. Además, se demuestra que el uso de la penca de *Hylocereus Megalanthus* presenta una función como biocoagulante inocuo en el ambiente y libre de toxicidad, que contiene componentes bioactivos tales como: carbohidratos, proteínas, polisacáridos, mucílagos y alcaloides que favorecen el proceso de coagulación (Sotheeswaran, et al.,2011).

En cuanto a la pregunta específica 2, se identificó la dosis óptima mediante el gráfico de interpretación de la curva de tendencia de las dosis del coagulante (ver Fig. 12), en el cual se logró comparar el comportamiento de los cuatro niveles de concentraciones siendo éstas de 75mg/L, 90mg/L, 105mg/L y 120mg/L, por lo tanto la concentración mínima de 75mg/L obtuvo mejores resultados a comparación de las demás, asimismo en base al análisis estadístico en la prueba ANOVA, según el gráfico de cajas (ver Fig. 18), se comprobó que la dosis de 75mg/L a diferencia de las demás tiene una media superior con relación al porcentaje de remoción de turbidez.

Con respecto a la pregunta específica 3, se logró analizar los parámetros fisicoquímicos complementarios pre y post tratamiento, obteniendo una eficiencia de 47.5% de remoción de los sólidos suspendidos totales, un 4% para la conductividad

eléctrica. En cuanto al pH no surgió un cambio considerable los valores se mantuvieron similares entre un intervalo de 7.9, 8.03, 8.03 y 8 en relación con las 4 dosis usadas las cuales son: 75mg/L, 90mg/L, 105mg/L y 120mg/L.

Finalmente, en relación con la pregunta 4, de acuerdo con los resultados obtenidos tanto en la remoción de la turbidez y eficiencia de la penca de *Hylocereus Megalanthus* como coagulante, se pudo demostrar que ésta especie de cactácea presenta la capacidad de remover la turbidez, por lo cual puede ser una opción natural para reemplazar al componente químico que se utiliza en la actualidad para tratar el agua.

4.2. Limitaciones

En cuanto a la principal limitación, estuvo relacionado con la elaboración del coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus*, específicamente en la etapa de deshidratación de la penca debido que, según la metodología corresponde a un total de 48 horas, por lo cual la estufa del laboratorio de biología de la Universidad Privada del Norte no podía estar prendido durante el intervalo del tiempo mencionado, por ello realice dicho procedimiento de manera particular en una panadería, respetando los parámetros de control según la metodología ya que el proceso se realizó a una temperatura constante de 60°C.

Otra de las limitaciones fue el acceso al río Utcubamba debido que, la masa de agua abarca casi en su totalidad el espacio del curso de esta cuenca, ya que el área urbana está al límite de la ribera del río, por lo cual ubiqué un punto fijo y seguro con el fin de no presentar situaciones de peligro al momento de extraer la muestra.

Por último, en relación con las actividades antropogénicas, en la localidad de Pedro Ruiz Gallo los pobladores desfogon las tuberías de sus efluentes provenientes de la crianza de porcinos directamente al río Utcubamba, así como también toman la ribera del río como un espacio donde disponen sus residuos sólidos generando un foco infeccioso tanto para el ecosistema y la salud de las personas.

4.3. Implicancias

En cuanto a la implicancia teórico, el trabajo de investigación permitió integrar estudios tanto nacional e internacional relacionado con la misma finalidad del

presente estudio, que conllevó en implementar una propuesta, como es la elaboración de un coagulante natural para tratar aguas superficiales.

Con relación a la implicancia práctica, en base a los resultados obtenidos después del tratamiento con el coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus*, se demostró su capacidad para tratar aguas superficiales con relación a la turbidez, en base a ello puede ser considerado como una propuesta de solución en la localidad de Pedro Ruiz Gallo ya que hasta la actualidad la calidad de agua es deficiente, asimismo es una opción natural que no afecta a la salud humana e inofensivo para el medio ambiente a comparación de los coagulantes químicos que son utilizados en la actualidad.

Por último, en la implicancia metodológico, de acuerdo con lo desarrollado, la investigación es confiable como base para futuras investigaciones que consideren el tema de coagulantes naturales, ya que en el presente trabajo de investigación se identificó la dosis óptima mediante la tendencia del comportamiento de las dosis del coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus*, de esta manera es accesible como referencia para otros investigadores.

4.4. Conclusiones

4.4.1. Conclusión General

La penca de *Hylocereus Megalanthus* demostró que es posible su uso como coagulante natural para remover la turbidez debido que, después de la ejecución de la prueba de jarras mediante las mediciones desarrolladas en el laboratorio se obtuvo como resultado una remoción de turbidez de una concentración inicial de 50.63NTU a 18.5NTU y 13NTU de acuerdo con los resultados obtenidos por el laboratorio particular.

4.4.2. Conclusiones Específicas

Se demostró que el coagulante de la penca de *Hylocereus Megalanthus* tiene una capacidad de eficiencia de 63.4% de remoción de turbidez, según los resultados obtenidos en los ensayos realizados en las instalaciones del laboratorio de biología de la UPN. Así mismo en base a los resultados obtenidos por los ensayos realizados por el laboratorio SAG (acreditado por INACAL) se observa que la capacidad de remoción de la turbidez es de 76.3%.

Se comprobó que la dosis óptima es de 75mg/L mediante la tendencia de los cuatro niveles de dosis aplicadas, siendo la mínima concentración con mayor remoción de turbidez a comparación de las demás dosis usadas de 90mg/L, 105mg/L y 120mg/L, ya

que a partir de la dosis de 90 mg/L no surge un cambio considerable a la última dosis de 120mg/L, lo que indica que el nivel de remoción de turbidez se mantiene.

Se midió los parámetros fisicoquímicos complementarios pre y post tratamiento de la muestra de agua extraído del río Utcubamba, obteniendo resultados óptimos como se mencionó anteriormente relacionado con la remoción de cada uno.

Se demostró que, si es factible reemplazar el coagulante químico por el coagulante elaborado de la penca de *Hylocereus Megalanthus*, ya que es una opción natural con propiedades de coagulación al igual que un coagulante químico para tratar el agua, libre de toxicidad, no afecta a la salud humana, siendo viable su elaboración por su fácil acceso de conseguirlo ya que crece en el lugar de estudio.

Con respecto a los residuos sólidos generados durante la elaboración del coagulante, en su totalidad fueron desechos orgánicos libre de toxicidad y biodegradables, por lo cual su disposición final fue a través del servicio público de recojo de residuos municipales, asimismo éstos pueden ser reutilizados en la elaboración de compostaje. De igual manera para los residuos sólidos inorgánicos generados no fueron de aspecto peligroso por lo cual su disposición final fue al igual que los orgánicos.

4.5. Recomendaciones

Se recomienda plantear la elaboración de una prueba piloto a pequeña o grande escala para evaluar el poder del coagulante natural con fines de tratar agua de río, que permita estimar un estudio económico con relación al uso del coagulante natural en vez de los coagulantes químicos que son empleados en la actualidad como el sulfato de aluminio.

Se sugiere continuar con las investigaciones que demuestren el poder de los coagulantes naturales, como es el caso de la penca de *Hylocereus Megalanthus* y obtener propuestas a futuro para ser aplicadas en las plantas de tratamiento de agua.

Se recomienda el uso del equipo soxleth al emplear cactáceas como coagulante, con la finalidad de extraer los pigmentos, ya que éstos pueden presentar obstáculos al momento de realizar el experimento por su coloración en la muestra y rinda una adecuada experimentación durante la prueba de jarras para remover la turbidez.

REFERENCIAS

Villabona, Á., Paz, & Martínez García, J. (2013). Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural. *Redalyc*, 137-144.

Parraguez, L. (2019). Influencia de la concentración y tiempo de contacto de coagulante de Penca Azul (*Agave Americana*). En la turbidez y sst del efluente de extracción de aceite de limón. (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

López, M. (2018). Evaluación del uso de la cactácea *Opuntia* natural en el tratamiento *ficus-indica* como coagulante de aguas. (tesis de licenciatura) Universidad Nacional Agraria la Molina.

Pradillo, B. (2016, setiembre 12). Parámetros de control del agua potable. Club iagua blog.

Ramírez, L., & Domínguez C (2008). Demanda Química de Oxígeno de muestras acuosas. Programa de Ingeniería Química Ambiental, 1-13.

Choque, D., Choque, Y., & Ramos, B (2018). Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua. *Tecnología Química*, 1-300.

Meza, M. (2018). Eficiencia del coagulante natural *Hylocereus Lemarei* (penca) con cloruro de sodio, agua destilada, en el tratamiento de aguas residuales domésticas para riego los Olivos. (tesis para licenciatura). Universidad Cesar Vallejo.

Puma, Y. (2020). Evaluación del proceso de coagulación y floculación con mucilago de *Opuntia Ficus Indica* como adyuvante del $FeCl_3$ en efluentes de servicios de comida. (tesis de licenciatura). Universidad Nacional San Agustín de Arequipa.

Quispe, M., & Rodoño, R (2018). Estimación de la calidad del agua de río Chuchun-Carhuaz, empleando insumos orgánicos *Agave Americano*(penca) y el *Triticum Vulgare*(trigo) con proceso modificado de filtración lenta. (tesis de licenciatura) Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.

Raffo, E., & Ruiz, E (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Redalyc*, 1-75.

Arenas, E. (2019). Efecto de la remoción del aceite de las semillas de Moringa Olifeira en el tratamiento de aguas por coagulación-floculación. (tesis de licenciatura). Universidad Nacional Agraria la Molina.

Mendoza, I., Fuentes, L., Caldera, Y., Perdomo, F., Suárez, A., Mosqueda, N., & Arismendi, H. (2008) Eficiencia de *Hylocereus Lemarei* como coagulante-floculante en aguas para consumo humano. *Impacto Científico*, 53-69.

Wahab, A., & Som, A. (2018). Performance study of Dragon Fruit Foliage as a plant-based coagulant for treatment of palm oil mill effluent from three-phase decanters. *Bio Resources*. 13(2), 4290-4300 DOI: 10.15376/biores.13.2.4290-4300

Choez 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. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Pastor, D., & Minchán, J (2021). Efecto del polvo de semilla Moringa Olifeira sobre la turbidez de las aguas residuales de los pozos de oxidación del distrito de Cajamarca. (tesis de licenciatura). Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.

Contreras, H (2018). Eficiencia de la Cebada y Pitahaya para disminución de los sólidos totales presentes en aguas de los Pantanos de Villa. (tesis de licenciatura). Universidad Cesar Vallejo.

Morillo, A., Tovar, Y., & Morillo, Y (2017). Caracterización molecular de la Pitahaya Amarilla en la provincia de Lengupá, Boyaca-Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. (15), 11-18 DOI: <http://dx.doi.org/10.18684/BSAA>

Alcázar, D (2015). Aplicación de un coagulante natural obtenido a partir de la penca de Tuna (*Opuntia Ficus Indica*) para la mejora de la calidad de aguas de consumo en la localidad de Achocalla. (tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

ONU. (05 de junio de 2017. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Obtenido de Unesco: <http://www.unwater.or>

Bautista, M. (2019). Uso de la harina de Pitahaya (*Hylocereus Megalanthus* (Schum. Ex Vaupel) Ralf Bauer), *Melocactus* (*Melocactus peruvians* Vaupel) y penca (*Opuntia Macbridei* Britton & Rose) para remover turbidez en agua sin tratamiento

destinada para el consumo humano en la localidad de Florida Pomacochas-Amazonas. (tesis de licenciatura) Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza.

Padilla & Soplá (2019). Evaluación de los coagulantes *Hylocereus undatus* (pitahaya) y *Opuntia ficus indica* (tuna) para remover parámetros fisicoquímicos en aguas mieles de *Coffea arabica* (café), Naranjillo, 2019. (tesis de licenciatura) Universidad Privada César Vallejo.

Pastor & Minchán (2020). Efecto del polvo de semilla de *Moringa Olifeira* sobre la turbidez de las aguas residuales de los pozos de oxidación del distrito de Cajamarca, 2020. (tesis de licenciatura) Universidad Privada Antonio Guillermo Urrel.

Bermúdez (2022). Evaluación de la eficiencia del mucílago de tallo de Pitahaya como coagulante natural para el tratamiento de agua, Colombia, 2022. (tesis de licenciatura) Universidad Católica de Colombia.

Barboza, E., Corroto, F., Salas, R., Gamarra, O., Ballarín, D., Oller, A., 2017. Hidrogeomorfología en áreas tropicales: aplicación del índice hidrogeomorfológico (IHG) en e río Utcubamba- Perú. *Ecología Aplicada*, vol. 6, pp. 39-47. 1993-9507. DOI: <http://dx.doi.org/10.21704/rea.v16i1.902>.

ANEXOS

Anexo N° 1: Recolección de muestra de agua de río



Toma de muestra en frascos proporcionados por el laboratorio particular Servicios Analíticos Generales (SAG).



Toma de muestra en galonera de 5L, para el análisis en el laboratorio de biología de la universidad Privada del Norte sede Lima norte.

Anexo N° 2: Recolección de la penca de *Hylocereus Megalanthus*



Recolección de la penca de *Hylocereus Megalanthus*



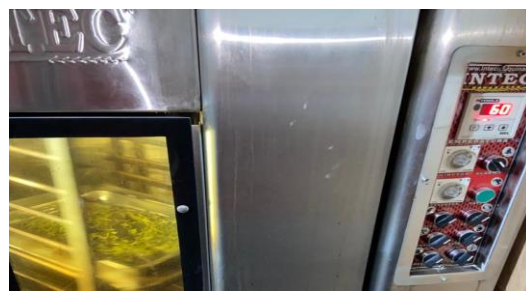
Pencas de *Hylocereus Megalanthus* seleccionadas

Anexo N°3: Lavado, pelado y picado de la penca de *Hylocereus Megalanthus*



Pencas de *Hylocereus Megalanthus* peladas y cortadas en un tamaño de 1cm

Anexo N°4: Proceso de deshidratación de la penca de *Hylocereus Megalanthus*



Pencas de *Hylocereus Megalanthus* en la estufa a 60C⁰



Pencas de *Hylocereus Megalanthus* deshidratadas

Anexo N° 5: Molienda y tamizado de la penca de *Hylocereus Megalanthus*



Proceso de molienda con el uso de un molino eléctrico



Martajado de la harina de la penca de *Hylocereus Megalanthus* y tamizado

Anexo N° 6: Extracción del pigmento de la penca de *Hylocereus Megalanthus*



Sistema Soxhlet para la extracción del pigmento de la penca de *Hylocereus Megalanthus* usando etanol al 96% como solvente.



Pigmento extraído del polvo obtenido de la penca de *Hylocereus Megalanthus*

Anexo 7: Preparación de la solución del coagulante



Cambio de color del polvo de la penca de *Hylocereus Megalanthus* después del proceso del sistema Soxhlet y pesaje.



Disolución del coagulante a una concentración del 0.5%

Anexo N° 8: Dosificación, funcionamiento del equipo de prueba de jarras y sedimentación



Dosificación del coagulante en cada vaso de precipitado



Funcionamiento del equipo de prueba de jarras



Proceso de sedimentación por una hora y media

Anexo N°9: Análisis de los parámetros de control



Equipos para medir los parámetros de control



Análisis de los parámetros de control

Anexo N° 10: Resultados del cálculo de la media aritmética y desviación estándar de los parámetros de control, por cada réplica y dosis correspondiente

Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 75mg/L			Media	Desviación Estándar
Turbidez (NTU)	18.1	19.2	18.1	18.5	±0.63
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 90mg/L			Media	Desviación Estándar
Turbidez (NTU)	19.2	19.9	19.4	19.5	±0.29
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 105mg/L			Media	Desviación Estándar
Turbidez (NTU)	19.8	20.4	19.7	19.7	±0.37
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 120mg/L			Media	Desviación Estándar
Turbidez (NTU)	20.5	20	19.7	20	±0.40
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 75mg/L			Media	Desviación Estándar
pH	7.7	8.04	8.16	7.96	±0.23
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 90mg/L			Media	Desviación Estándar
pH	7.94	8.11	8.1	8.05	±0.09
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 105mg/L			Media	Desviación Estándar
pH	7.91	8.1	8.09	8.03	±0.10
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 120mg/L			Media	Desviación Estándar
pH	8.08	7.98	8.03	8.03	±0.05
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 75mg/L			Media	Desviación Estándar
SST	23.3	23	22	22.76	±0.680
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 90mg/L			Media	Desviación Estándar
SST	25	22	22	23	±1.73
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 105mg/L			Media	Desviación Estándar
SST	23	24	24	23.66	±0.57
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 120mg/L			Media	Desviación Estándar
SST	23	24	25	24	±1
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 75mg/L			Media	Desviación Estándar
Conductividad Eléctrica	514.6	513	513	513.53	±0.923
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 90mg/L			Media	Desviación Estándar
Conductividad Eléctrica	516.3	514	514	514.76	±1.32
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 105mg/L			Media	Desviación Estándar

Conductividad Eléctrica	515	512	514	513.66	±1.52
Parámetro de Control	R1, R2, R3 Dosis 120mg/L			Media	Desviación Estándar
Conductividad Eléctrica	520	515	513	516	±3.60

Nota. En el cuadro, se puede apreciar que la desviación estándar es mínima lo que indica que no ha surgido mucha variación entre los resultados, dando confiabilidad al experimento.

Anexo N° 11: Porcentaje de remoción de los parámetros de control analizados

Parámetros de Control	Análisis de muestra de agua de río- Dosis de 75mg/L			Análisis de muestra de agua de río - Dosis de 90mg/L			Análisis de muestra de agua de río- Dosis de 105mg/L			Análisis de muestra de agua de río - Dosis de 120mg/L		
	Concen tración inicial	Concen tración final	% Remoción	Concen tración inicial	Concen tración final	% Remoción	Concen tración inicial	Concen tración final	% Remoción	Concen tración inicial	Concen tración final	% Remoción
Turbidez	50.63	18.5	63.46%	50.63	19.6	61.28%	50.63	19.9	60.69%	50.63	20	60.49%
Solidos Suspendidos Totales	43.3	22.7	47.57%	43.3	23	46.88%	43.3	23.6	45.49%	43.3	24	44.57%
Conductividad Eléctrica	535	513.4	4.03%	535	514.7	3.79%	535	513.6	4%	535	516	3.55%

Anexo N° 12: Informe de los resultados de las condiciones iniciales de los parámetros



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



INFORME DE ENSAYO N° 170759-2023 CON VALOR OFICIAL

RAZÓN SOCIAL : LÓPEZ BRIONES SANDRA ISABEL
DOMICILIO LEGAL : CA. LA VICTORIA Nº111 - SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA - LIMA
SOLICITADO POR : LÓPEZ BRIONES SANDRA ISABEL
REFERENCIA : "ANÁLISIS DEL COAGULANTE NATURAL ELABORADO DE LA PENCA DE HYLOCEREUS MEGALANTHUS (PITAHAYA AMARILLA) EN EL TRATAMIENTO DE LA TURBIDEZ PRESENTE EN EL RÍO UTCUBAMBA DE LA LOCALIDAD DE PEDRO RUIZ GALLO - AMAZONAS".
PROCEDENCIA : PEDRO RUIZ GALLO
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2023-02-09
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2023-02-09 AL 2023-02-17
FECHA(S) DE MUESTREO : 2023-02-07
MUESTREADO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017, Conductivity, Laboratory Method.	---	µS/cm
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method.	no aplica	Unid. pH
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017, Turbidity, Nephelometric Method.	0.40	NTU

L.C.: límite de cuantificación.

II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua de Río	
Matriz analizada	Agua Natural	
Fecha de muestreo	2023-02-07	
Hora de inicio de muestreo (h)	09:31	
Condiciones de la muestra	Refrigerada	
Código del Cliente	PRG-1	
Código del Laboratorio	23021222	
ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)		
Ensayo	Unidades	Resultados
Conductividad	µS/cm	507
pH ⁽¹⁾	Unid. pH	7.67*
Turbiedad	NTU	55.00

(1) Nota: Resultado referencial

Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.

* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Lima, 22 de Febrero del 2023.

ING. TELLO PAUCAR MARILU
 SERVICIOS ANALITICOS GENERALES SAC
 Firmado con www.tocapu.pe


DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO

EXPERTS WORKING FOR YOU


ión 10/FE-05/2022

OBSERVACIONES: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento solo son válidos para la muestra indicada en el presente informe. • Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Anexo 13: Informe de los resultados post tratamiento



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



INACAL
DA - Perú
Organismo de Acreditación
Registro N° LE - 047

**INFORME DE ENSAYO N° 171106-2023
CON VALOR OFICIAL**

RAZÓN SOCIAL : LÓPEZ BRIONES SANDRA ISABEL
DOMICILIO LEGAL : CA. LA VICTORIA Nº111 - SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA - LIMA
SOLICITADO POR : LÓPEZ BRIONES SANDRA ISABEL
REFERENCIA : "ANÁLISIS DEL COAGULANTE NATURAL ELABORADO DE LA PENCA DE HYLOCEREUS MEGALANTHUS (PITAHAYA AMARILLA) EN EL TRATAMIENTO DE LA TURBIDEZ PRESENTE EN EL RÍO UTCUBAMBA DE LA LOCALIDAD DE PEDRO RUIZ GALLO - AMAZONAS".
PROCEDENCIA : PEDRO RUIZ GALLO
FECHA(S) DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2023-02-22
FECHA(S) DE ANÁLISIS : 2023-02-22 al 2023-02-24
FECHA(S) DE MUESTREO : 2023-02-21
MUESTREO POR : EL CLIENTE
CONDICIÓN DE LA MUESTRA : LOS RESULTADOS DE ANÁLISIS SE APLICAN A LA MUESTRA(S) TAL COMO SE RECIBIÓ.

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C	Unidades
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017, Conductivity, Laboratory Method.	---	µS/cm
pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017, pH Value, Electrometric Method.	no aplica	Unid. pH
Turbiedad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017, Turbidity, Nephelometric Method.	0.40	NTU

L.C.: límite de cuantificación.


II. RESULTADOS:

Producto declarado	Agua Superficial
Matriz analizada	Agua Natural
Fecha de muestreo	2023-02-21
Hora de inicio de muestreo (h)	17:00
Condiciones de la muestra	Refrigerada
Código del Cliente	PRG-1
Código del Laboratorio	23021653

Ensayo	Unidades	Resultados
Conductividad	µS/cm	518
pH (25°C)	Unid. pH	7.11
Turbiedad	NTU	13.00

(1) Nota: Resultado referencial
 Medición de conductividad y pH realizada a 25°C.
 * Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el TNACAL-DA.

Lima, 24 de Febrero del 2023.



ING. TELLO PAUCAR
MARILU
SERVICIOS ANALITICOS
GENERALES SAC
Firmado con www.tocapu.pe

DIRECTOR TÉCNICO DE LABORATORIO

**EXPERTS
WORKING
FOR YOU**

Observaciones: • Está prohibida la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. • Los resultados emitidos en este documento sólo son válidos para ENSAYOS ACREDITADOS ANTE INACAL-DA (SEDE LIMA 1)

ón 10/ FEB.-05/2022

Anexo N° 14: Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA/UNIDAD DE MEDIDA
Coagulante natural elaborado de la penca Hylocereus Megalanthus	Los coagulantes naturales es una fuente con gran potencial debido a que son biodegradables y no generan daño al medio ambiente a comparación de los polímeros sintéticos (Renault et al.,2009, Yin,2010Antov et al.,2010, Fatombi et al.,2013).	El uso de la penca de Hylocereus Megalanthus incluye la importancia de sus propiedades como coagulante mediante la aplicación de la dosis optima y el método a emplear.	Dosis	Volumen	mg/L
			Caracterización de muestras	pH	pH
				Turbidez	NTU
				Sólidos Suspendidos Totales	mg/L
			Conductividad Eléctrica	μs/cm	
Tratamiento de la turbidez presente en el río Utcubamba	La turbidez es una medida de claridad de un líquido, de suma importancia en la calidad del agua, su presencia es generada por el material particulado de origen orgánico e inorgánico (Telleria, 2022)	El tratamiento de la turbidez presente en el río Utcubamba fue evaluado mediante el porcentaje de remoción en relación con los resultados de condiciones iniciales y post tratamiento.	Remoción de turbidez	$\% \text{ Remoción de turbidez} = \frac{C_i - C_0}{C_i} \times 100$	%
			Granulometría	mallá N°40	0.42mm

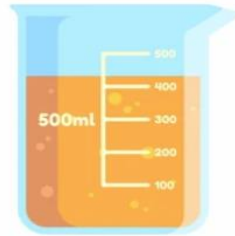
Anexo N° 15: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Título: "Remoción de la turbidez presente en el río Utcubamba de la localidad de Pedro Ruiz Gallo-Amazonas mediante el coagulante natural elaborado de la penca de Hylocereus Megalanthus (<i>Pitahaya Amarilla</i>) en el año 2023"						
AUTOR: SANDRA ISABEL LOPEZ BRIONES						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	Variable Dependiente: Remoción de la turbidez del río Utcubamba			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS 1	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA /UNIDAD DE MEDIDA	
¿Es posible la remoción de la turbidez presente en el río Utcubamba en el año 2023 mediante el coagulante natural elaborado de la penca de Hylocereus Megalanthus?	Determinar la factibilidad de la remoción de turbidez presente en el río Utcubamba en el año 2023 mediante el coagulante natural elaborado de la penca de Hylocereus Megalanthus.	El coagulante natural elaborado de la penca de Hylocereus Megalanthus remueve significativamente la concentración de turbidez presente en el río Utcubamba en el año 2023.	Remoción de turbidez	$\% \text{ Remoción de turbidez} = \frac{C_t - C_0}{C_i} \times 100$	%	
			Granulometría	mallá N°40	0.42mm	
			Variable Independiente: Coagulante elaborado de la penca de Hylocereus Megalanthus			
¿Cómo será la eficiencia del coagulante natural elaborado de la penca de Hylocereus Megalanthus en la remoción de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023?	Evaluar la eficiencia de la penca de Hylocereus Megalanthus como coagulante en la remoción de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023.	La eficiencia del coagulante elaborado de la penca de Hylocereus Megalanthus remueve un 70% la concentración de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023.	Dosis	Volumen	75mg/L(6mL)	
					90mg/L(7.2mL)	
					105mg/L(8.4mL)	
¿Cuál será la dosis óptima identificada mediante la tendencia de las dosis aplicadas del coagulante elaborado de la penca de Hylocereus Megalanthus en la remoción de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023?	Determinar la dosis óptima identificada mediante la tendencia de las dosis aplicadas del coagulante elaborado de la penca de Hylocereus Megalanthus en la remoción de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023.	La dosis óptima identificada mediante la tendencia de las dosis aplicadas del coagulante de la penca de Hylocereus Megalanthus es eficiente en la remoción de la turbidez del río Utcubamba en el año 2023.	Caracterización de muestra	pH	pH	
					Turbidez	NTU
					Sólidos Suspendidos Totales	mg/L
¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos pre y post tratamiento de la muestra de agua del río Utcubamba en el año 2023?	Identificar los parámetros fisicoquímicos pre y post tratamiento de la muestra de agua del río Utcubamba en el año 2023.	Los parámetros fisicoquímicos de la muestra de agua del río Utcubamba en el año 2023, pre y post tratamiento varía significativamente en relación con los resultados obtenidos.	Conductividad Eléctrica		µs/cm	
					¿Es factible reemplazar un coagulante químico por el coagulante natural elaborado de la penca de Hylocereus Megalanthus?	Determinar si es factible reemplazar un coagulante químico por el coagulante natural elaborado de la penca de Hylocereus Megalanthus.

Anexo N° 16: Cálculo de las disoluciones por cada dosis (75mg/L, 90mg/L, 105mg/L y 120mg/L)

Partiendo del 0.5% de concentración del coagulante en una solución madre de 500mL

- 0.5 % = 5000ppm



- Fórmula de Balance de masas:

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

Ecuación 2 *Determinación del volumen de cada dosis del coagulante*

V_1 = Volumen del coagulante V_2 = Volumen de la muestra

C_1 = Concentración del coagulante C_2 = Concentración de la muestra

- Dosis 1:

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 = \frac{400\text{mL} \times 75 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{5000\text{mg/L}}$$

$$V_1 = 6\text{mL}$$

- Dosis 2:

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times C_2$$

$$V_1 = \frac{400\text{mL} \times 90 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{5000\text{mg/L}}$$

$$V_2 = 7.2\text{mL}$$

- Dosis 3:

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times c_2$$

$$V_1 = \frac{400\text{mL} \times 105 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{5000\text{mg/L}}$$

$$V_3 = 8.4\text{mL}$$

- Dosis 4:

$$V_1 \times C_1 = V_2 \times c_2$$

$$V_1 = \frac{400\text{mL} \times 120 \frac{\text{mg}}{\text{L}}}{5000\text{mg/L}}$$

$$V_4 = 9.6\text{mL}$$

Anexo N° 17: Ficha de registro de los resultados de las condiciones iniciales de la turbidez y parámetros complementarios

Elaborado por	Sandra Isabel López Briones		Lugar	Laboratorio de biología UPN
Fecha	10/02/2023		Hora	11:50
Dosis	Parámetros de Control			
	Turbidez (NTU)	Sólidos Suspendidos Totales (mg/L)	pH	Conductividad Eléctrica (µs/cm)
	50.63	43.3	7.52	535

Anexo N° 18: Ficha de registro de los resultados de concentración inicial y final de la turbidez

Elaborado por	Sandra Isabel López Briones	Lugar	Laboratorio de biología UPN
Fecha	10/02/2023	Hora	4:00
Dosis del coagulante		Concentración inicial de Turbidez	Concentración final de turbidez
Replica 1	75 mg/L	50.63	18.1
	90 mg/L	50.63	19.2
	105 mg/L	50.63	19.8
	120 mg/L	50.63	20.5
Réplica 2	75 mg/L	50.63	19.5
	90 mg/L	50.63	19.9
	105 mg/L	50.63	20.4
	120 mg/L	50.63	20
Réplica 3	75 mg/L	50.63	18.1
	90 mg/L	50.63	19.4
	105 mg/L	50.63	19.7
	120 mg/L	50.63	19.7

Anexo N° 19: Cadena de Custodia Pre-experimento (muestra de agua del río Utcubamba)



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR-005
Versión: 07
F.E: 12/2022
Página:.....de.....

Cliente: Sandra Isabel Lopez Briones Contacto: _____ E-mail: sozbriones@sandraisabel@gmail.com Telef.(s) 915 189 500
 Lugar: Pedro Ruiz Gallo Empresa: Universidad Privada del Norte Planta: _____ Proyecto: Análisis del coagulante natural elaborado a partir de la penca de Hylocereus megalanthus en el tratamiento de la turbidez presente en el río Utcubamba
 Carta/Cotización: 2023-0109-6-1 MUESTREADO POR SAG MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO & CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU			ANÁLISIS DE LABORATORIO	N° Informe: <u>170759-2023</u> <u>171109-2023</u>
	FECHA	HORA		PH	Turbidez	Conductividad		
PRG-1	07/02/2023	9:31	Agua de Río	X	X	X		<u>22021222</u>
*PH no idoneo por superar el tiempo de perecibilidad SETEMBRO ANALIT. DE REG. PAGES 03 FEB 2023 REVISOR: _____ 16/22								

Observaciones de Muestreo: _____

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Sandra Isabel Lopez Briones Firma(s): [Firma] Recibido en laboratorio: 17
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____ Firma(s): _____ Día/Hora: 08:00

Anexo N° 20: Cadena de Custodia Post experimento (agua tratada con coagulante natural)



CADENA DE CUSTODIA DE MONITOREO - DE AGUAS Y SUELOS

FR-005
Versión: 07
F.E: 12/2022
Página:.....de.....

Cliente: Sandra Isabel Lopez Briones Contacto: Sandra Isabel Lopez Briones E-mail: sozbriones@sandraisabel@gmail.com Telef.(s) 915 189 500
 Lugar: Lima Empresa: _____ Planta: _____ Proyecto: _____
 Carta/Cotización: 2023-02 VG-37-1 MUESTREADO POR SAG MUESTREADO POR CLIENTE

PUNTO DE MUESTREO & CÓDIGO DEL CLIENTE	MUESTREO		TIPO DE MATRIZ	PARAMETROS IN SITU			ANÁLISIS DE LABORATORIO	N° Informe: <u>171106-2023</u>
	FECHA	HORA		PH	Turbidez	Conductividad		
PRG-1	17/02/23	5 pm	Agua Superficial	X	X	X		<u>22021653</u>
* PH NO IDONEO POR SUPERAR EL TIEMPO DE PERECIBILIDAD SETEMBRO ANALIT. DE REG. PAGES 22 FEB 2023 REVISOR: _____								

Observaciones de Muestreo: _____

Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable del muestreo: Sandra Isabel Lopez Briones Firma(s): [Firma] Recibido en laboratorio: 50
 Nombre(s) y Apellido(s) del Responsable o Supervisor en campo: _____ Firma(s): _____ Día/Hora: 08:20