



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD COAGULANTE DEL *opuntia ficus indica mill* DE TRES DEPARTAMENTOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS DEL RIO CHILLÓN-AAHH SANTA CRUZ DEL NORTE- LIMA
2018

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR:

VARGAS RODRIGUEZ, JOSE LUIS

ASESORA:

Mg AYLAS HUMAREDA, MARIA DEL CARMEN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CALIDAD Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES

LIMA – PERÚ

2018-1

PÁGINAS PRELIMINARES

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don
 (a) Jose Luis Vergara Pacheco

cuyo título es: Comparación de la Capacidad Coagulante del
 Opuntia. El cas. Inclon m¹¹ a tres departamentos para el
 Tinkuto de Ayacucho no. 11117 - AA-HH. Setiembre - 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por
 el estudiante, otorgándole el calificativo de: 1.5 (número)
Duice (letras).

Los Olivos 20 de Julio del 2018.

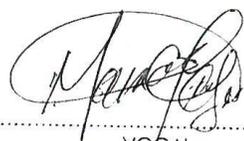


 PRESIDENTE



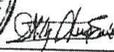
 SECRETARIO





 VOCAL




 Dirección de Investigación

Revisó


 Responsable del SGC



Aprobó


 Vicerectorado de Investigación

Dedicatoria

Dedico esta tesis a mi madre por darme las fuerzas para seguir adelante y no rendirme, a mi padre, un ser increíble, quien me enseñó a ser constante y responsable, a mi hermana, por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles de mi vida.

Agradecimiento

Ante todo, dar gracias a Dios por brindarme la fuerza para no rendirme y superar los obstáculos a lo largo de este proyecto.

A mi familia y amigos ya que gracias a sus apoyos pude concluir con éxito este proyecto, en s mi madre por darme su apoyo incondicional y sus sabios consejos.

A la Mg. Carmen Aylas por su paciencia y asesoramiento en el desarrollo de la tesis, por compartir sus experiencias con sus alumnos y por su valiosa guía

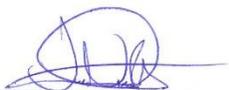
Declaratoria de Autenticidad

Yo, Vargas Rodriguez José Luis con DNI N° 72762575, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

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

Lima, de 28 de junio del 2018



Vargas Rodriguez, José Luis

DNI: 72762575

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento de las disposiciones vigentes contenidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, someto a su criterio y consideración la presente Tesis titulada: “Comparación de la capacidad coagulante del *opuntia ficus indica mill* de tres departamentos para el tratamiento de aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte- Lima 2018”

En el desarrollo de la investigación se ha considerado consultas de investigación bibliográfica confiable que ayude a profundizar el tema de investigación y de conocimientos adquiridos durante el proceso de formación profesional. Se encuentra estructurado en siete capítulos descritos a continuación:

Capítulo I: Introducción: Plasma la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos.

Capítulo II: Metodología: Conformado por el diseño de investigación, variables, cuadro operacionalización, población y muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, validez y confiabilidad, métodos de análisis de datos y aspectos éticos.

Capítulo III: Resultados

Capítulo IV: Discusión

Capítulo V: Conclusiones

Capítulo VI: Recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos.

Capítulo VII: Referencias Bibliográficas y los anexos.

El objetivo principal de la presente tesis es determinar cuál de los tres departamentos el *Opuntia Ficus Indica Mill* tiene mayor capacidad coagulante en el tratamiento del agua del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte.

Vargas Rodriguez, José Luis

Resumen

La presente investigación tiene objetivo determinar cuál de los tres departamentos el Opuntia Ficus Indica Mill tiene una mayor capacidad coagulante en el tratamiento del agua del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte.

Según el desarrollo de la investigación, se considera que es un diseño experimental puro de pre y post prueba. La investigación tuvo una duración de aproximadamente 9 meses, en el cual se usó el Opuntia ficus indica como coagulante-floculante en el tratamiento de las aguas del río Chillón en el AAHH Santa Cruz del Norte. Para realizar el tratamiento de las aguas del río Chillón se usó el equipo de test de jarras, de igual modo para la medición de la turbidez se usó el turbidímetro OAKTOL T-100 y para medir el color se usó el colorímetro Hanna Checker. Una vez tomadas las muestras de agua del río Chillón y obtenidos sus valores iniciales, se trabajó con tres pencas de distintas procedencias (Ayacucho, Ancash e Ica), luego mediante la prueba de jarras se trabajó la muestra para posteriormente medir sus valores finales.

Por último, se observó que la penca procedente del departamento de Ancash tuvo un mayor porcentaje de reducción obteniendo un promedio de 94.42% a diferencia de las pencas traídas de Ayacucho con un promedio de 92.32% e Ica con un promedio de 91.79% con respecto a la turbidez y con respecto al color se concluyó que la penca traída del departamento de Ancash presentó un mayor porcentaje de reducción obteniendo un promedio de 69.33% a diferencia de las pencas traídas de Ayacucho con un promedio de 48.32% e Ica con un promedio de 51.32% y respecto al pH presenta variaciones mínimas.

Palabras claves: coagulante, floculante, turbidez, color, penca.

Abstract

The present investigation aims to determine which of the three departments Opuntia Ficus Indica Mill has a greater coagulating capacity in the water treatment of the Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte river.

According to the development of the research, it is considered to be a pure experimental design of pre and post test. The investigation lasted approximately 9 months, in which Opuntia ficus indica was used as coagulant-flocculant in the treatment of the waters of the Chillón River in the AAHH Santa Cruz del Norte. In order to carry out the treatment of the waters of the Chillón River, the jars test equipment was used, and for the turbidity measurement, the OAKTOL T-100 turbidimeter was used and the Hanna Checker colorimeter was used to measure the color. Once the water samples were taken from the Chillón River and their initial values were obtained, three leaves of different provenances (Ayacucho, Huaraz and Ica) were worked, then the jar test was used to sample the final values.

Finally, it was observed that the penca from the department of Ancash had a greater percentage of reduction obtaining an average of 94.42%, unlike the pencas brought from Ayacucho with an average of 92.32% and Ica with an average of 91.79% with respect to the turbidity and with respect to the color it was concluded that the penca brought from the department of Ancash presented a greater percentage of reduction obtaining an average of 69.33% unlike the pencas brought from Ayacucho with an average of 48.32% and Ica with an average of 51.32 % and regarding pH presents minimal variations.

Keywords: coagulant, flocculant, turbidity, color, penca.

INDICE

	Pág.
PÁGINAS PRELIMINARES	I
PÁGINA DE JURADO	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	V
PRESENTACIÓN	VI
RESUMEN	VII
ABSTRACT	VIII
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1 Realidad Problemática	1
1.2 Trabajos previos	2
1.3 Teorías relacionadas al tema	7
1.4 Formulación del problema	15
1.5 Justificación del estudio	16
1.6 Hipótesis	17
1.7 Objetivo	17
CAPITULO II: MÉTODO	
2.1 Diseño de investigación	20
2.2 Variables, Operacionalización	20
2.3 Población y muestra	22
2.3.1 Población	22
2.3.3 Muestra	22
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	23
2.4.2 Instrumentos	30
2.4.3 Validez	30
2.5 Método de análisis de datos	31
2.6 Aspectos éticos	31
CAPITULO III: RESULTADOS	32

CAPITULO IV: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	51
CAPITULO V: CONCLUSIONES	54
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES	56
CAPITULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	58
ANEXOS	62

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Tiempo requerido para sedimentar las partículas en suspensión	12
Tabla N°2: Clasificación científica del Opuntia Ficus	14
Tabla N°3: Operacionalización de variables	20
Tabla N°4: Diseño experimental	26
Tabla N°5: Diseño para evaluar los valores de pH, turbidez y color	28
Tabla N°6: Relación de expertos	29
Tabla N°7: Promedio de valoración de los instrumentos	30
Tabla N°8: Resultados de la turbidez al usar la penca de Ancash	32
Tabla N°9: Porcentaje de remoción de turbidez	33
Tabla N°10: Resultados de la turbidez al usar la penca de Ayacucho	34
Tabla N°11: Porcentaje de remoción de turbidez	35
Tabla N°12: Resultados de la turbidez al usar la penca de Ica	36
Tabla N°13: Porcentaje de remoción de turbidez	37
Tabla N°14: Resultados del color al usar la penca de Ancash	38
Tabla N°15: Porcentaje de remoción del color	39
Tabla N°16: Resultados del color al usar la penca de Ayacucho	40
Tabla N°17: Porcentaje de remoción del color	41
Tabla N°18: Resultados del color al usar la penca de Ica	42
Tabla N°19: Porcentaje de remoción del color	43
Tabla N°20: Resultados del pH al usar la penca de Ancash	45
Tabla N°21: Resultados del pH al usar la penca de Ayacucho	45
Tabla N°22: Resultados del pH al usar la penca de Ica	46
Tabla N°23: Prueba de normalidad para turbidez	47
Tabla N°24: Prueba de normalidad para el color	48
Tabla N°25: Anova para la eficiencia de las pencas	49

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1: Proceso de coagulación-floculación	7
Figura N°2: Fases de la coagulación	9
Figura N°3: Ubicación de la zona de estudio	21
Figura N°4: Recolección de las pencas	22
Figura N°5: Toma de muestra	23
Figura N°6: Corte de las pencas	24
Figura N°7: Pequeñas tiras de las pencas	24
Figura N°8: Estufa Memmert	25
Figura N°9: Coagulante en polvo	25
Figura N°10: Penca de Ancash	26
Figura N°11: Penca de Ayacucho	26
Figura N°12: Penca de Ica	26
Figura N°13: Etapas para el test de jarras	27
Figura N°14: Porcentaje de remoción de turbidez usando la penca de Ancash	33
Figura N°15: Porcentaje de remoción de turbidez usando la penca de Ayacucho	35
Figura N°16: Porcentaje de remoción de turbidez usando la penca de Ica	37
Figura N°17: Porcentaje de remoción del color usando la penca de Ancash	40
Figura N°18: Porcentaje de remoción del color usando la penca de Ayacucho	19
Figura N°19: Porcentaje de remoción del color usando la penca de Ica	19

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

El tratamiento de agua es un proceso relevante en el planeta debido a que una de las problemáticas actuales frente al cambio climático, es la escasez de agua dulce. Además, algunas aguas como las de los ríos se ven contaminadas por factores naturales y antropogénicos; por ello, es importante conocer métodos convencionales para tratar el agua ya que existe lugares de escasos recursos que no cuentan con plantas de tratamiento para poder aprovechar el agua.

La escasez de agua a nivel internacional es un problema muy serio, este impacto se ve más reflejado en los países de la India y la China, donde se encuentra una mayor población y por ende la demanda agua es más alta.

En el Perú, contamos con 159 cuencas de las cuales 129 se encuentran contaminadas por coliformes fecales y metales pesados (ANA, 2017), uno de los principales ríos contaminados es el río Amazonas, la minería informal son los causantes de la contaminación con mercurio, cadmio, bario, cromo y plomo, en el 2013 el gobierno declaró la selva amazónica en emergencia ambiental y en el 2014 lo declaró emergencia sanitaria.

El río Chillón es uno de los ríos que más contaminamos ya que no existe servicios de desagüe y de recojo de basura en las zonas urbanas, y por ende el río Chillón se ha convertido en colector de residuos de las poblaciones.

La falta de agua en el AA. HH Santa Cruz del norte es un problema ya que existe personas que crían animales y realizan agricultura, y no cuentan con los recursos necesarios para abastecerse y por este motivo la población usa el agua contaminada del río Chillón. Por esta razón, se dio a conocer a la población métodos naturales y económicos para poder tratar las aguas del río Chillón y en consecuencia ellos podrán beneficiarse, así como también el medio ambiente.

Partiendo de este problema, se realizó un estudio en el AA. HH Santa Cruz del norte, donde se comparó el poder coagulante de 3 pencas traídas de 3 departamentos

(Ancash, Ayacucho e Ica) para evaluar la actividad coagulante con la que cuenta la *Opuntia ficus-indica* y con ello los parámetros fisicoquímicos como la reducción de turbidez y el color.

1.2 Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes

OLIVERO ET AL (2014) en su trabajo “Utilización de Tuna (*opuntia ficus-indica*) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas”, evaluaron las propiedades que posee la tuna como coagulante natural para disminuir la turbidez presente en las aguas del río Magdalena ubicado en Magangué-Colombia. La metodología empleada fue la prueba de jarras, donde se usó el mucilago de la tuna. La prueba de jarras se realizó con diferentes concentraciones (35 mg/L y 40 mg/L) de coagulante natural y a diferentes velocidades de agitación (100 y 200 rpm), los parámetros medidos fueron pH y turbidez. Se realizó una comparación entre el sulfato de aluminio y la tuna en la prueba de jarras, para probar cuál de los coagulantes era más eficiente. Al terminar la prueba se encontró que la velocidad de la agitación influye en el efecto del coagulante, se obtuvo mejores resultados de remoción de turbidez al usar los dos coagulantes a una velocidad de agitación de 200 rpm. El sulfato de aluminio fue más eficiente que la tuna.

MARTÍNEZ, J Y GONZALES, L. (2012) en su tesis “Evaluación del poder coagulante de la Tuna (*opuntia ficus indica*) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas”, realizaron una evaluación sobre el poder como agente coagulante de la penca de la tuna en Colombia, con la cual se buscó remover la turbidez y color de las aguas residuales, en donde con las pruebas de jarras realizadas recopilaban datos para obtener la eficiencia de la actividad coagulante, esta remoción también se facilita por la velocidad de agitación en la muestra que estudiaron, en donde al final de la evaluación lograron disminuir un gran porcentaje de turbidez (85.76%) y de color (57.14%) presentes en el agua cruda, en el pH no hubo cambios trascendentales solo se tornó ligeramente ácido.

POMPILIO, C. (2013) en su tesis “Uso natural de floculantes de origen natural en el tratamiento del agua en términos de turbidez en el río Santa – Huaraz”, realizó estudios para reducir la turbidez del agua en el río Santa, ya que este río es captadora de agua para el consumo del hombre, empleando floculantes de origen natural, que fueron tres especies distintas de Opuntia: Opuntia imbrícala, *Opuntia ficcus-indica* Mill y *Opuntia Microdasys* Lehm; y como solvente acetona en donde se obtuvo un rendimiento entre el 2.5 y 7% en base húmeda para disminuir la turbidez del agua del río, en donde según los datos la especie que tiene mayor porcentaje de remoción de turbidez es la *Opuntia ficcus-indica* Mill con 97.3%.

Según VARGAS, QUIROZ Y JIMÉNEZ (2010) en su trabajo “Extracción y análisis de polímeros obtenidos a partir de varios productos naturales, para ser usados como potenciales floculantes en el tratamiento de agua para consumo humano”, realizó en la isla de Ascensión el potencial coagulante de la tuna, el mozote de caballo y la moringa para la remoción de partículas coloidales suspendidas en agua de consumo humano, en donde estas tres plantas presentan carbohidratos aminoácidos, solo se detectaron alcaloides en las muestras de moringa, flavonoides en los extractos de Tuna y en donde para las tres plantas se han verificado reportes de proteínas catiónicas como agentes con actividad coagulante y/o floculante.

FLORES (2014) en su tesis “Aplicación de una ANOVA bifactorial y modelamiento en el tratamiento por floculación de aguas residuales del camal municipal de Andahuaylas”, realizó un método de solución a la problemática de las aguas residuales del camal ubicado en la Municipalidad de Andahuaylas, la cual consiste en aplicar un ANOVA bifactorial y modelos matemáticos en el proceso de floculación usando el mucílago de la penca (nopal) y el almidón de papa. Para determinar la capacidad floculante de los coagulantes, Flores realizó un método estadístico entre las variables de porcentaje de floculación y transmitancia del agua tratada. Los procesos de floculación se realizan por medio de modelos matemáticos.

Según LORENZO (2006) en su trabajo “Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación – floculación”, sostiene que la coagulación es un proceso mediante el cual las partículas se juntan en masas pequeñas, con un determinado peso superior al agua, a esto se le denomina floculos. A través de este proceso se consigue la remoción de turbiedad y la eliminación de las bacterias. Por último, el autor manifiesta que la técnica más usada es la prueba de jarras para la coagulación, el autor recomienda realizar esta prueba usando una serie de jarras al mismo tiempo y que las soluciones químicas sean recién preparadas y por último para evaluar la prueba de jarra se deben seguir ciertas pautas como las características de los flóculos, calidad del sobredenante y la velocidad de sedimentación.

Según VÁSQUEZ (2013) en su trabajo “Remoción de turbiedad de agua con coagulantes naturales obtenidos de semillas (Eritrina americana, Quercus ilex, Acacia farnesiana, Vizcum album y Senna candolleana)”, realizó la remoción de turbiedad en aguas turbias artificiales mediante coagulantes naturales, el método empleado fue la prueba de jarras donde utilizo extractos acuosos y salinos de cinco semillas, las cuales fueron Colorin, Bellotas de Encino, Huizache, Muérdago y Quebracho. Dicha prueba varía el pH, la cual ocasiona variaciones en la actividad del coagulante, alternando velocidades de mezclado, además al ser una prueba de laboratorio y realizarse en una pequeña escala permite determinar el funcionamiento a gran escala de tratamiento. Al finalizar la prueba de jarras se determinó que solo la semilla de huizache removió un 60% de turbiedad. El autor también menciona el uso de otros coagulantes naturales para tratamientos de aguas residuales como la semilla de moringa, savia de nopales, semillas de durazno y extractos de cactus.

RODRÍGUEZ ET AL., (2005) en su trabajo “Empleo de un producto Coagulante Natural para clarificar agua”, menciona que en Cuba tras la falta de satisfacción de la demanda del coagulante Sulfato de Aluminio, se buscó una opción para el tratamiento de agua usando coagulantes naturales en los procesos de clarificación

seleccionando a la Moringa Oleifera Lam como objeto de estudio para esta alternativa; siendo este, uno de los coagulantes empleados a nivel mundial, en donde se estudió y determinó el principio activo responsables del proceso de coagulación en estas semillas, siendo éstas las proteínas catiónicas presentes en los cotiledones y que vienen a ser estables a temperaturas bajas de aproximadamente 4°C por 3 meses manteniendo esta actividad coagulante.

A la vez, VÁZQUEZ (1994) en su tesis “Extracción de coagulantes naturales del nopal y aplicación en la clarificación de aguas superficiales”, tiene que como objetivo utilizar a las cactáceas como un método de clarificación del agua. Las cactáceas han sido importantes ya que se usa de distintas maneras, como alimento y como medicina natural. Pero el uso que se le da en este trabajo es en los métodos de clarificación del agua (es usado en México y en el Perú), la cual se usa el mucilago de las pencas y los tallos. Los métodos naturales son ya muy utilizados en la actualidad, ya que son muy recomendadas por el bajo costo a comparación con los métodos sintéticos.

DEARMAS, DAMILETH y RAMÍREZ (2015), en su obra “Remoción de nutrientes mediante coagulantes naturales y químicos en planta de tratamiento de aguas residuales, Valledupar Colombia”, de la Universidad de Nacional Abierta y a Distancia. Da a conocer las principales conclusiones. Siendo un trabajo de tipo aplicada, a su vez enfoque cuantitativo basado en una toma de muestras el alcance de dicha investigación es correlacional y el diseño de investigación fue experimental de tipo dependiente. Finalmente los tratamientos con coagulantes naturales lograron los mayores porcentajes de remoción: Moringa Oleífera 85.26% y cardón guajiro (*L. griseus*) 90.55%.

WILCHEZ ET AL,(2013), en su trabajo “Alternativa para la potabilización del agua en zonas rurales”, utilizaron la Moringa oleifera para potabilizar el agua en zonas rurales, diseñaron recipientes donde mezclaron la Morigina oleifera con el agua a tratar, por último lograron remover partículas y estabilizaron algunos parámetros físicoquímicos, pero el agua tratada no logró desinfectarse por completo ya que aún

existían bacterias patógenas que afectan a la salud humana, por este motivo usaron el cloro comercial logrando obtener agua potable.

MORALES ET AL., (2009), en su obra "Tratamiento de aguas residuales de rastro mediante semillas de Moringa Oleífera lam como coagulante", de la Universidad de Universidad Autónoma de Yucatán. Dan a conocer las principales conclusiones. Siendo una investigación de tipo aplicada ya que se busca controlar la contaminación y la mejora de la población, a su vez tiene un enfoque cuantitativo basado en la obtención de datos. En conclusión con el tratamiento coagulación-sedimentación y utilizando altas dosis de coagulante (25 g/l), se obtuvo una reducción del 80%, por lo tanto al utilizar la Moringa se logró con éxito remover materia orgánica de las aguas residuales estudiadas.

GONZALEZ ET AL, (2015) en su trabajo "Opuntia ficus-indica y opuntia wentianda: Estudio comparativo sobre su efectividad como coagulantes en la clarificación del agua", realizaron una comparación para observar cual de los dos coagulantes es mas efectiva respecto a la otra, las aguas clarificadas serán destinadas al consumo humano, se hizo una comparación con los porcentajes de remoción de turbidez y color, dando como resultados el Opuntia ficus indica mas eficiente que el Opuntia wentianda con valores de 82,98% para el Opuntia ficus indica y 79.30% para el Opuntia wentiana.

VELA (2016), en su Tesis "Disminución de la turbidez utilizando coagulante natural Moringa oleífera en aguas obtenidas del Rio Alto Chicama, puente Ingón, Trujillo", de la Universidad de Cesar Vallejo, utilizó la Moringa como coagulante - floculante. El objetivo principal de esta investigación era disminuir la turbidez del agua del río Alto Chicama que presentaba una turbidez inicial de 297 NTU, se realizó varios procedimientos a distintas velocidades y dosis con la finalidad de determinar cual era mas eficiente, después de realizar 16 ensayos con 3 repeticiones se logró remover la turbidez del agua del río Alto Chicama en un 93.10%, utilizando dosis de 20 ml y a una velocidad de agitación de 300 rpm por 2 min con 80 rpm por 15 min.

CONTRERAS ET AL, (2015) en su trabajo de “El nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua”, realizaron un estudio usando el mucílago del nopal para la clarificación del río Magdalena, en el proceso se usaron diferentes dosis de mucílago y diferentes velocidad de agitación. En conclusión lograron reducir la turbidez a 2 NTU y el color a 0 UPC, usando como dosis óptima 40 mg/l y a una velocidad de agitación de 200 rpm, confirmando una eficiencia en remoción de color del 100% y una eficiencia en remoción de turbidez superiores al 96%.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Coagulación

SOLÍS, LAINES y HERNÁNDEZ (2012) en su trabajo “Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas superficiales”, realizaron un estudio mediante el poder coagulante del almidón de yuca para evaluar tres factores físico-químicos que era la turbiedad, color y pH con lo cual se buscaba disminuir el uso de $Al_2(SO_4)_3$ en el tratamiento de aguas superficiales en las plantas, se hicieron diversos tratamientos mediante la prueba jarras con distintas proporciones de almidón de yuca y sulfato de aluminio, donde se verifico que el pH no variaba pero en turbiedad y color si influía y con los cuales se buscaba una reducción en el costo de estos procesos, el impacto ambiental y los efectos a la salud pública.

El proceso de coagulación o también llamado sedimentación o filtración, este nombre viene del latín “coagulare” que significa “recolectar”. Uno de los elementos más importantes para que se dé la coagulación es la repulsión electrostática, la repulsión electrostática neutralizar la carga de los coloides presentes en el agua dando resultados a la formación de precipitados (Singley, 1977)

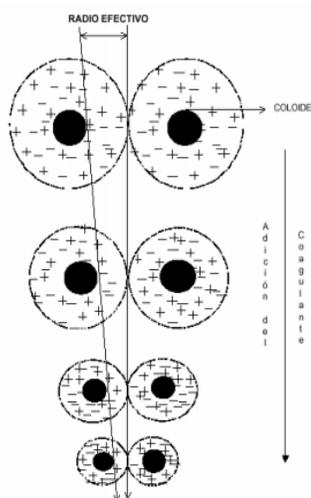


Figura 1: Proceso de coagulación-floculación

Fuente: Gómez, 2005

La coagulación es un proceso que se basa en la creación de partículas de gran tamaño que se separan del agua, este proceso se hace por medio de la sedimentación y de la filtración. Mediante este proceso se logran formar aglomeraciones o también llamados flóculos. Existe varios métodos para emplear este proceso entre ellas encontramos la decoloración, la clarificación, la anulación de precipitados de carbonato de cálcico y la eliminación de materia orgánica. (Gomella y Guerrée, 1977)

1.3.1.1 Principales coagulantes

Los coagulantes al ser mezclados con el agua producen una reacción química, las cuales forman precipitados, desestabilizan partículas y producen flóculos. Los coagulantes más usados en el tratamiento del agua son:

- a) Sulfato de Aluminio.
- b) Aluminato de Sodio
- c) Alumbre de Potasio.
- d) Alumbre de Amonio.
- e) Policloruro de Aluminio.

- f) Cloruro Férrico
- g) Sulfato Férrico
- h) Sulfato Ferroso
- i) Polielectrolitos (floculación)

1.3.1.2 Factores relacionados con la coagulación

Se usan durante el proceso de coagulación con la finalidad de mejorar la efectividad del coagulante.

- a) **pH:** Muestra el grado de acidez o basicidad, los valores del pH se encuentran entre los valores de 0 a 14, el valor 7 señala una solución neutra. Por lo general para favorecer el proceso de coagulación el pH del agua tiene que ser alcalino.
- b) **Turbiedad**
- c) **Sales disueltas:** Las sales que se encuentran dentro del agua están ionizadas, estas sales influyen en el proceso de coagulación y floculación modificando el Ph, modificando el tiempo de floculación.
- d) **Temperatura:** En el proceso de coagulación cuando el agua se encuentra a bajas temperaturas, estas retardan la formación de flóculos.
- e) **Punto de aplicación:** Es recomendable escoger bien la zona de estudio donde se va a realizar el proceso de coagulación para poder obtener buenos resultados, también varía según el equipo usado.

1.3.1.3 Fases de la coagulación

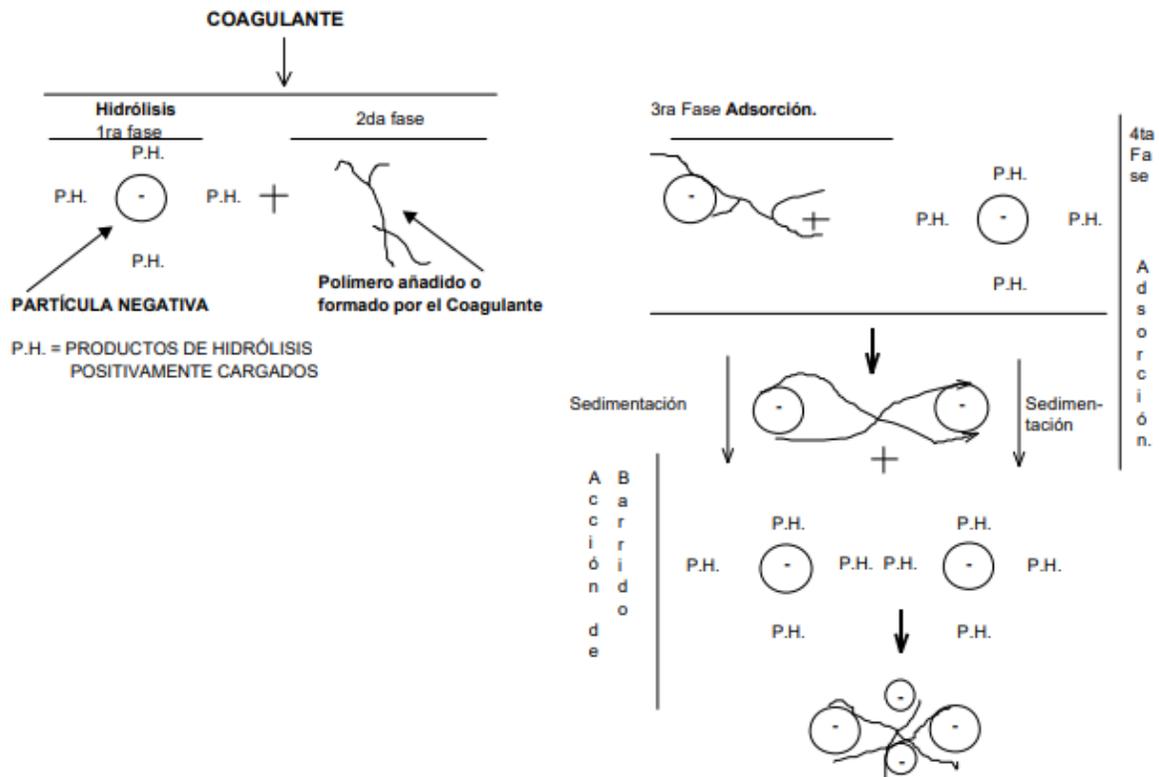


Figura 2: Fases de la coagulación

Fuente: Andia, 2000

1.3.2 Aguas residuales

APAZA (2013) en su trabajo "Tratamiento ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas destinadas al riego de cultivos en Arequipa", sostiene como alternativa elaborar un método de tratamiento para purificar el agua la cual será usada para al riego de cultivos agrícolas. La presente investigación detalla el análisis fisicoquímico de las aguas del río Chili, el tratamiento en el laboratorio, y el sembrado del nopal en el terreno in situ. Se utilizó como coagulante-floculante el nopal *Opuntia ficus* en donde se obtuvo una reducción de la turbidez del agua hasta un valor de 19.34 UNT, y un pH de 7.11

volviendo al agua ligeramente alcalina usando una concentración de 80%. Este coagulante natural permite disminuir los valores de coliformes totales y la turbidez. En conclusión, al usar el opuntia ficus se lograron obtener buenos resultados, además es un método muy económico, haciendo esta tecnología asequible para las poblaciones de bajos recursos.

SÁNCHEZ (2007) en su tesis "Tratamiento combinados físico-químicos y de oxidación para la depuración de aguas residuales de la industria corchera", plantea varios métodos para la reducción de contaminantes y para la purificación de aguas residuales en la industria del corcho. Uno de los métodos a usar son procesos físicos-químicos (Coagulación, floculación y sedimentación), donde se buscó las condiciones necesarias para el proceso de coagulación - floculación, mediante el "Jar-test". Con el "Jar-test" se realizan ensayos para determinar la cantidad de dosis necesarias de coagulante (FeCl_3 y $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), floculante y otros parámetros (Tiempo de mezcla, T° , pH y velocidad de agitación).

1.3.3 Recurso Agua

El agua es imprescindible para el ser humano y para el acrecentamiento de la vida, es el recurso más abundante en este planeta y si llegase a faltar sería el fin de la humanidad y es uno de los mejores solventes que tenemos. (Ghislain, 2001)

El agua es una de las sustancias más nobles que existen en la naturaleza, el agua presenta tres propiedades químicas (sólido, líquido y gaseoso) y pueden mantenerse durante largo tiempo conservando su calidad siempre y cuando esta no sea afectada negativamente por la contaminación. (Auge, 2007)

Este recurso hídrico ha generado muchos conflictos entre países que presentan una escasez de agua o ya sea porque la fuente de agua de su país tenga problemas de contaminación. En marzo del 2009 se dio la ley de los recursos hídricos N° 29338, donde se menciona la creación de varias autoridades para proteger todo el ciclo del agua y no una como se establecía en la ley de 1969. (Morales, 2009)

1.3.4 Turbidez

La turbidez es una medida en la que el agua pierde su transparencia debido a que en esta se encuentra partículas en suspensión o coloides, estos se encuentran principalmente en aguas superficiales. Mientras más sucia sea el agua, la turbidez será mucho mayor. La unidad de medición de la turbidez es el NTU o UNF (unidad nefelométrica); en las aguas subterráneas. La turbidez se logra eliminar mediante procesos de coagulación, decantación y filtración. (Rigola, 1990)

La turbidez se logra medir mediante instrumentos como el nefelómetro o el turbidímetro, la cual mide la intensidad de la luz. Según la OMS, la turbidez en el agua óptimo para el consumo de hombre no puede ser mayor a 5NTU.

1.3.5 Color en aguas residuales

El color del agua natural se debe a que está compuesta de material vegetal, minerales de hierro y magnesio. El color en el agua genera a que exista una gran cantidad de cloro y esto se aprovecha como nutriente para los agentes patógenos. La unidad del agua natural es el cloroplatino de potasio (Pt/co), ya que en estas aguas los colores que predominan son amarillos y pardo, estos colores se pueden simular utilizando soluciones de cloroplatino de potasio, por ende, la unidad es esta, y esto es equivalente a un 1mg de cloroplatino de potasio por litro. (Martinez y González, 2012)

La causa del color presentes en aguas residuales es porque en ella existe sólidos suspendidos, sustancias en solución y coloidales, y se dividen en dos, color aparente por los sólidos en suspensión y color verdadero por las sustancias disueltas y sustancias coloidales.

1.3.6 Partículas en suspensión

También llamadas material particulado, provienen de la erosión del suelo, descomposición de materia orgánica, descargas de desagües domésticos,

desagues industriales. Una de las consecuencias de las partículas en suspensión es la turbiedad del agua. A continuación, el gráfico del tamaño de las partículas en suspensión (Silva, 2017).

Diámetro de la partícula (mm)	Escala de tamaños	Área superficial total ^a	Tiempo requerido para sedimentar ^b
10	Grava	3,15 cm ²	0,3 s
1	Arena gruesa	31,50 cm ²	3,0 m/s
0,1	Arena fina	315,00 cm ²	38,0 s
0,01	Sedimento	3.150,00 cm ²	33,0 min
0,001	Bacteria	3,15 m ²	55,0 horas
0,0001	Partícula coloidal	31,50 m ²	230,0 días
0,00001	Partícula coloidal	0,283 ha	6,3 años
0,000001	Partícula coloidal	2,83 ha	63,0 años

Tabla 1: Tiempo requerido para sedimentar las partículas en suspensión

Fuente: Barrenechea, 1983

1.3.7 Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales es un proceso en el cual consiste convertir las aguas contaminadas (como las aguas después de bañarse, del inodoro, lavar los trastes, la ropa, entre otras) en aguas limpias que pueda ser usado para varios beneficios, ya sea para el consumo humano, para el riego de las plantas, etc. Las aguas residuales poseen bacterias, químicos nocivos y toxinas, por lo tanto, ante esta problemática del agua se han creado diversos tipos de tratamientos con la finalidad de disminuir los contaminantes que se encuentran en el agua residual. Existen principalmente 3 tipos de tratamiento de aguas residuales:

- Tratamiento primario: La función de este tratamiento es eliminar los sólidos de suspensión que se encuentren en el agua residual, algunas de los principales procesos fisicoquímicos de este tratamiento son: sedimentación, flotación, coagulación-floculación y filtración

- Tratamiento secundario: En este tratamiento se utilizan microorganismos para eliminar la materia orgánica biodegradable.
- Tratamiento terciario: Y por último este tratamiento consiste en eliminar la carga orgánica residual y otros contaminantes que no fueron eliminadas en los tratamientos secundarios.

1.3.8 Opuntia Ficus Indica

Es la de mayor importancia entre las cactáceas, ya que sus tallos son usados como forraje y poseen unos deliciosos frutos, y también son consumidos como verdura. La domesticación del *Opuntia Ficus Indica* comenzó hace aproximadamente unos 8000 años, la forma silvestre de la que se obtuvo la forma hortícola, fue descrita como *Opuntia megacantha Salm Dick.* (Kiesling, 1993)

El nopal, tuna o penca (*Opuntia ficus indica*) es una de las plantas más importantes a nivel mundial, ya que tiene varias utilidades entre productos de alimentación, bebidas alcohólicas, planta medicinal, fines cosméticos, fabricación de plástico, conserva el suelo en zonas áridas, entre otras cosas. (Botanical-Online, 2018)

1.3.8.1 El nopal en el Perú

Uno de los primeros reportes sobre el *Opuntia Ficus Indica* en el Perú fue realizado por Pedro Rivera en el año 1586 y un tiempo después el padre Bernabé Cobo describe a la tuna en su obra llamado “Historia del nuevo mundo” en el año de 1650 “Viven muchos años, no producen ramas ni hojas, son tiernas aguanosas, presentan un mucílago...” (Amaya, 2009)

1.3.8.2 Clasificación científica

El primer nombre español puesto al nopal fue de Higo de las Indias que precede a su origen, las “Nuevas Indicas” y de allí se origina el primero nombre científico al nopal la cual fue: *Cactus ficus-Indica* L. El nombre *ficus-Indica* se usó en “frases

diagnósticas” ya mucho antes de Linneo, para nombrar otras especies. (Amaya, 2009)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Cactaceae
Subfamilia:	Opuntioideae
Género:	Opuntia
Especie:	<i>Ficus-indica</i>
Nombre binomial:	<i>O.ficus-indica</i> (L.) 1768 Mill.

Tabla 2: Clasificación científica del Opuntia Ficus

1.3.8.3 Tipos y características del Opuntia SPP.

Hasta la actualidad se conoce alrededor de 300 especies de *Opuntia*. No obstante, el hombre solamente utiliza 10 ó 12 especies, ya sea como producción de fruta o como alimento (Saenz, et.al, 2006). Entre las especies 10 ó 12 especies conocidas, encontramos como especies cultivables para la producción de fruta: *Opuntia ficus-indica*, *O. amyclaea*, *O. xocconostle*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*. Como especies silvestres tenemos: *Opuntia hyptiacantha*, *O. leucotricha* y *O. robusta*. De las especies mencionadas el *Opuntia ficus indica*; es la que se mas se cultiva a nivel mundial (Uzun, 1997).

Existe varias características del *Opuntia ficus-indica*, ya sea por la forma de los cladodios, hay otras que se caracterizan por presentar o no espinas, el tamaño y el color de los frutos (Saenz, et.al, 2006)

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿Cuál de los tres departamentos el *Opuntia Ficus Indica* Mill tiene mayor capacidad

coagulante en el tratamiento del agua del río Chillón- AAHH Santa Cruz del Norte?

1.4.2 Problemas Específicos

¿Cuál será la dosis apropiada del *Opuntia Ficus Indica Mill* para disminuir la turbiedad y color, a nivel laboratorio, de las aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte?

¿Cuál será la velocidad de agitación apropiada del *Opuntia Ficus Indica Mill* para disminuir la turbiedad y color, a nivel laboratorio, de las aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte?

1.5 Justificación del estudio

El AAHH- Santa Cruz del Norte, tiene como problema la escasez de agua. La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS) sustenta que una vivienda limeña que no disponga de agua potable paga seis veces más a comparación de uno que si tiene acceso a este recurso, a pesar de que el Perú se encuentra posicionado en el octavo lugar a nivel mundial en recursos hídricos, la disposición del agua es por clase social.

Debido al déficit del agua potable en el AAHH-Santa Cruz del Norte, las personas recurren a los camiones cisterna y por ende son expuestos a enfermedades como la diarrea, hepatitis, el cólera, dengue en los cilindros, entre otros. Debido a esta problemática en la población se propuso este método de tratamiento para las aguas del río Chillón.

Se eligió la penca (*opuntia ficus indica*) como tema de investigación debido a que es un coagulante muy eficiente para el tratamiento de aguas, no es peligroso para la salud humana y es amigable con el medio ambiente; y sobre todo es muy económico.

El propósito de esta investigación es beneficiar a la población AAHH Santa Cruz del Norte, dando a conocer métodos naturales para el tratamiento del agua. Los resultados

servirán para contrarrestar de una manera adecuada la contaminación del agua y resolver la falta de agua que existe en la población, y con este tratamiento se mejoraría la calidad de vida en esta zona donde es casi imposible acceder a tecnologías convencionales.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis general

El *Opuntia Ficus Indica Mill* de los tres departamentos son eficientes como coagulante para descontaminar aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte.

1.6.2 Hipótesis específicas

El *Opuntia Ficus Indica Mill* a una dosis de 35 mg y 200 rpm de velocidad reducirá en un 99.30% el nivel de turbidez en las aguas del río Magdalena, Magangué-Colombia (Olivero et al, 2014)

El *Opuntia Ficus Indica Mill* a una dosis de 40 mg y 200 rpm de velocidad reducirá en un 100% el color en las aguas del río Magdalena, Magangué-Colombia (Contreras et al, 2015)

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Determinar cuál de las tres *Opuntia Ficus Indica Mill* tiene mayor capacidad coagulante en el tratamiento del agua del río Chillón- AAHH Santa Cruz del Norte

1.7.2 Objetivos específicos

Determinar cuál será la dosis apropiada del *Opuntia Ficus Indica Mill* para disminuir la turbiedad y color, a nivel laboratorio, de las aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte

Determinar cuál será la velocidad de agitación apropiada del *Opuntia Ficus Indica Mill* para disminuir la turbiedad y el color, a nivel laboratorio, de las aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte

CAPÍTULO II

MÉTODO

II MÉTODO

2.1 Diseño de investigación

Este trabajo de investigación es una investigación cuantitativa de nivel experimental de tipo puro y subtipo pre-post prueba.

Según Tam, Vera y Oliveros, el diseño es experimental ya que se manipulará la variable independiente intencionalmente con el fin de observar los fenómenos en su ambiente natural, para luego describirlos y analizarlo. Es de tipo puro ya que existe uno o más grupos y subtipo pre y post prueba ya que se realizará una toma de datos antes y después. Se realizará actividades en campo, mediante recolección de muestras en las aguas del río Chillón. Luego las muestras serán llevadas a laboratorio para realizar los respectivos análisis para luego poder evaluar y relacionar los efectos que genera el coagulante, velocidad de agitación, tiempo

2.2 Variables, Operacionalización

Variable independiente: Capacidad coagulante del Opuntia Indica Mills de tres lugares diferentes

Variable dependiente: Tratamiento de las aguas del río Chillón

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente	Capacidad coagulante del Opuntia Indica Mills de tres departamentos	Planta cactácea, son tallos que contienen flores y frutos, estos tallos pueden ser planos, ovalados y de color medio verde, esta planta es usado de diversas formas, es beneficioso para la salud, puede ser usado como purificador del agua, etc.	Se usará el Opuntia Ficus Indica Mill como coagulante para tratar el agua contaminada del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte.	Dosis	mg	Cuantitativa de razón
				Velocidad de agitación	rpm (revoluciones por minuto)	Cuantitativa de razón
Dependiente	Tratamiento de las aguas del río Chillón	La coagulación es un proceso que se encarga en neutralizar la carga de los coloides que se encuentran en el agua, dando resultado a la formación de precipitados (floculo)	Se realizará la toma de muestra en la zona de estudio para luego poder evaluar los valores de turbidez y color.	Turbidez	NTU (Unidades nefelométricas de turbiedad)	Cuantitativa de razón
				Color	UPC (Unidades de platino cobalto)	Cuantitativa de razón
				pH	Escala pH	Cuantitativa de razón

Tabla N°3: Operacionalización de variables

2.3 Población y muestra

2.3.1 Población

El presente trabajo de investigación tiene como población las aguas del río Chillón- AAHH Santa Cruz del Norte.

2.3.2 Muestra

Las muestras de agua recolectadas del agua del río Chillón- AAHH Santa Cruz del Norte.

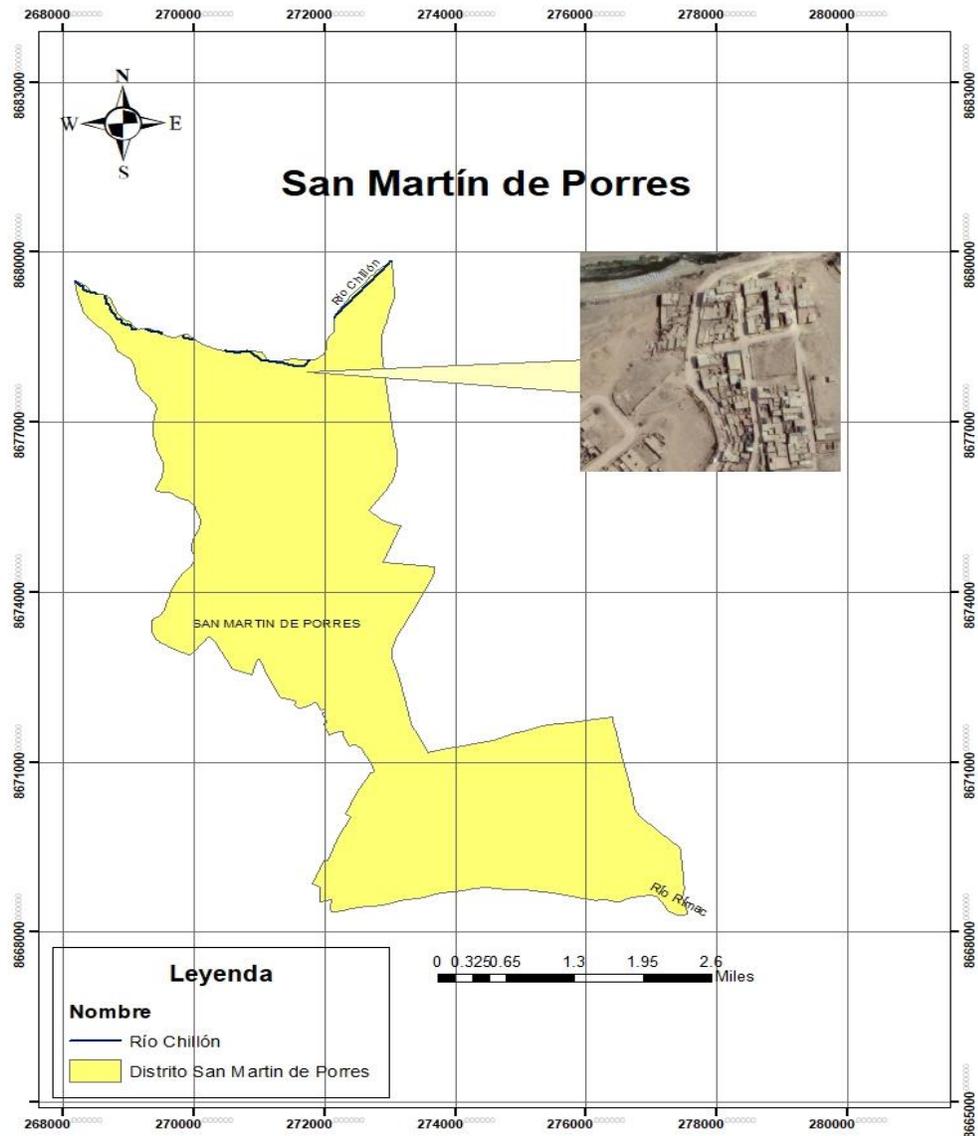


Figura 3: Ubicación de la zona de estudio

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Para recabar información acerca de este tema de investigación se utilizará libros, artículos, tesis y documentos digitales. Y para determinar un enfoque de la problemática que ocurre en dicha área de estudio, se usará la técnica de la observación – análisis, mediante esta técnica se identificará los valores de los parámetros físicos-químicos (turbiedad y color) en el tratamiento de las aguas del río Chillón.

Etapa 1: Toma de muestra de las pencas

En este punto se recolectarán las muestras de tres lugares diferentes las cuales son Ancash-Chasquitambo (759 msnm), Ayacucho-Tambillo (2467 msnm) e Ica-Santiago (378 msnm).



Figura 4: Recolección de las pencas

Etapa 2: Toma de muestra de las aguas del río Chillón

En esta etapa se procederá a tomar muestras de agua según el protocolo de monitoreo de la calidad de los recursos hídricos, donde indica que la técnica empleada para la toma de muestra dependerá del cuerpo de agua, ya sea un río, lago, laguna, mar, etc. Así como de los parámetros que se analizarán.

La toma de muestra se realizó en aguas superficiales (ríos). Para ellos se siguieron diversos pasos:

- Antes de llenar los recipientes con la muestra, debemos lavarlo 2 o 3 veces con el agua del río, este método tiene la finalidad de eliminar las posibles sustancias que se puedan encontrar al interior del recipiente de plástico las que alteran los resultados.
- A continuación, el recipiente se introducirá en forma diagonal contra la corriente.
- Luego, estas muestras serán puestas en un cooler manteniendo la temperatura de refrigeración entre 4-8 °C. El cual, será trasladado al laboratorio de la Universidad César Vallejo, la muestra fue analizada según sus propiedades físico-químicas (turbidez, color y pH).



Figura 5: Toma de muestra

Etapa 3: Obtención del coagulante en polvo

Para obtener el polvo de la penca se realizaron varios procesos. Se usaron 2 pencas de cada lugar Ancash, Ayacucho e Ica, las cuales pesaron 1203.4 gr, 1528.8 gr y 1893.6 gr, respectivamente y midieron (42x19cm), (37x20m) y (22x17cm), respectivamente. Después del pesado las pencas fueron lavadas y peladas para retirar la cutícula externa de la corteza y luego se cortó en pequeñas tiras.



Figura 6: Corte de las pencas



Figura 7: Pequeñas tiras de las pencas

A continuación, las pencas cortadas serán llevadas a una estufa Memmert durante 48 horas continuas, este equipo permitirá mantener la temperatura entre los 50 y 60 °C y al final de este proceso las muestras perderán entre 80 y 99% de sus pesos iniciales.



Figura 8: Estufa Memmert

Después de que las penca pasaran por la estufa, estas sufrieron una reducción de su tamaño donde resultaron frágiles y quebradizas, luego se utilizó un mortero manual para poder triturarlas y así poder obtener el coagulante en polvo.

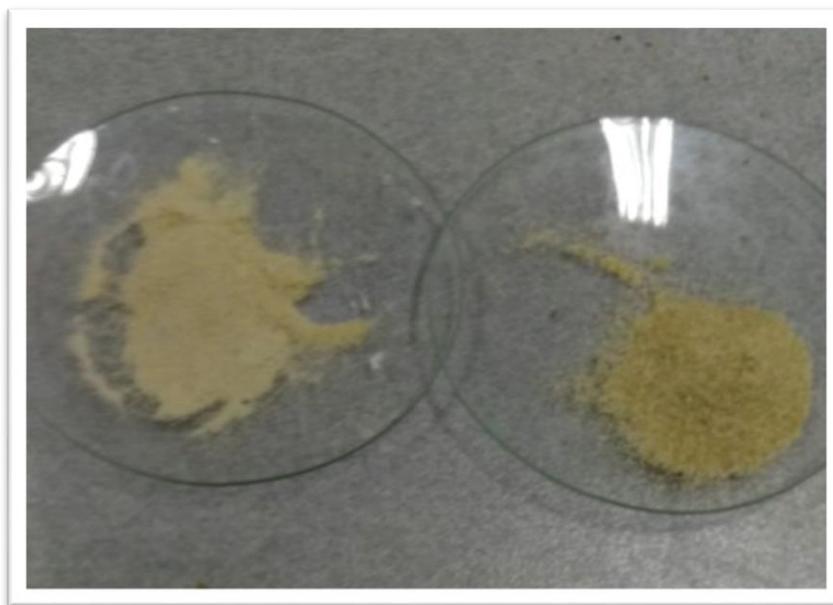


Figura 9: Coagulante en polvo

El siguiente paso, después de haber obtenido el polvo amarillento de la penca es tamizar usando la malla número 50 con la finalidad de obtener partículas muy

pequeñas para favorecer la extracción de pigmentos. Los resultados obtenidos después del tamizado son 4.469 gr de Ancash, 5.511 gr de Ayacucho y 5.845 gr de Ica (polvo que se usará para el tratamiento de las aguas), suficientes para tratar ya que se usarán dosis muy pequeñas de 100, 120 y 150 mg, ya que se encontraron antecedentes donde las dosis varían entre los 20 y 100 mg/l (Olivero et al, 2014). Estas dosis serán agitadas en el test de jarras a velocidades de 20, 30 y 40 rpm.



Figura 10: Penca de Ancash Figura 11: Penca de Ayacucho Figura 12: Penca de Ica

El siguiente cuadro muestra el diseño experimental para el test de jarras.

Variables	Cantidades
Dosis del coagulante (mg/L)	100
	120
	150
Velocidad de agitación (rpm)	20
	30
	40

Tabla 4: Diseño experimental

Etapa 4: Evaluación del coagulante en polvo

En esta etapa se realizará la prueba de jarras con las aguas recolectadas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte. Se realizarán las siguientes etapas.

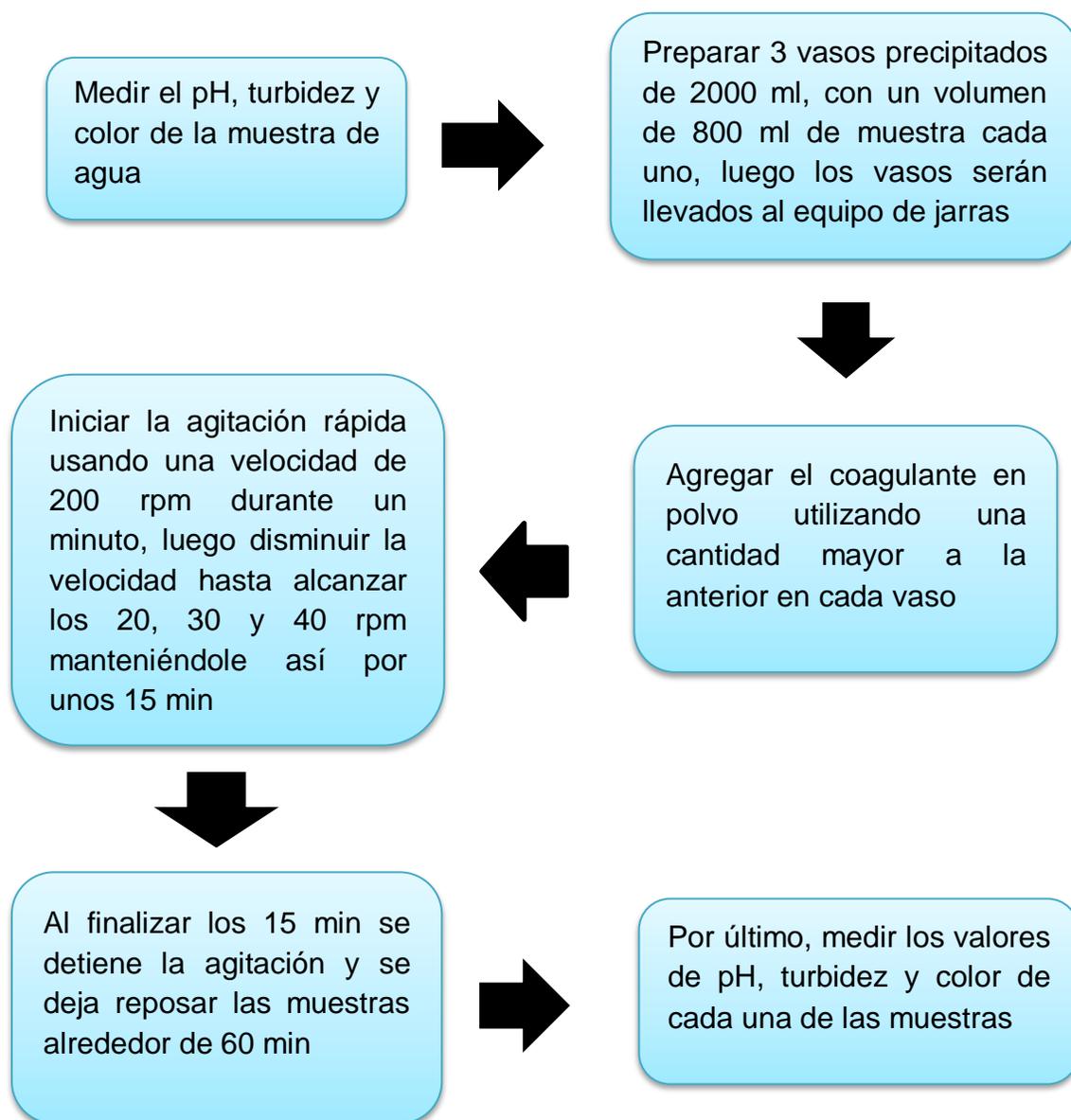


Figura 13: Etapas para el test de jarras

Penca				
Velocidad de agitación (rpm)	Inicial	100 mg	120 mg	150 mg
20				
30				
40				

Tabla 5: Diseño para evaluar los valores de pH, turbidez y color

Etapa 5: Comparación de la eficiencia de las pencas

En esta etapa luego de haber obtenido los resultados se procederá a comparar turbidez, color y pH. El parámetro analizado fue tomado en dos tiempos, la primera muestra se analizó antes de realizar el tratamiento, la segunda muestra se realizó después de realizar el ensayo de la prueba de jarras.

Finalmente, se determinará la eficiencia de la penca mediante la siguiente formula:

$$\text{Eficiencia de la penca (\%)} = \frac{\text{Muestra inicial (mi)} - \text{Muestra final (mf)}}{\text{Muestra inicial}} \times 100$$

2.4.2. Instrumentos

Los instrumentos para la presente investigación son:

Ficha de custodia de la tuna: Este documento contiene la especie de la penca, la fecha que será recolectada, el responsable de la recolección, la hora de recolección, la ubicación de la muestra, las coordenadas UTM, el departamento y el lugar de recolección, la técnica de muestreo, el número de muestra, cantidad de muestras y el peso de la muestra.

(Anexo N°1)

Ficha de recolección de la muestra de agua: Este documento contiene la fecha de recolección de la muestra de agua, la hora de recolección de la muestra de agua, tiempo de muestreo, responsable de la recolección, la ubicación del lugar, coordenadas UTM de la zona, departamento de la zona de estudio, la turbidez del agua, pH del agua, el número de la muestra y la cantidad de muestras recolectadas. **(Anexo N°2)**

Ficha de resultados del tratamiento de agua: Este documento contiene la hora y fecha de los resultados, el responsable de los resultados, número de la muestra, el tipo de equipo con que se muestreará, volumen de la muestra que se evaluará y por último los valores finales después de que el agua haya sido tratada. **(Anexo N°3)**

2.4.3. Validez

Para validar el instrumento de recolección de datos se utilizó la validez por 3 expertos en el tema.

Tabla N°6: Relación de expertos

EXPERTOS	APLICABLE
Ing. Ordoñez Gomez, Juan	APLICABLE
Ing. Lizarraga Gamarra, Víctor	APLICABLE
Ing. Jave Nakayo, Jorge	APLICABLE

Elaboración propia, 2018

Tabla N°7: Promedio de valoración de los instrumentos

PROMEDIO DE VALORACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	
EXPERTOS	PROMEDIO
Ing. Ordoñez Gómez, Juan	90%
Ing. Lizarraga Gamarra, Víctor	95%
Ing. Jave Nakayo, Jorge	85%

Elaboración propia, 2018

Interpretación: En los valores hallados por cada evaluador se observa que el promedio es de casi el 100% lo que nos indica que nuestro instrumento ha sido aprobado.

2.5. Métodos de análisis de datos

Se analizó la información mediante el sistema del SPSS 24.0, en la cual ingresarán los datos provenientes del análisis de laboratorio usando el ANOVA bifactorial, ya que en esta investigación intervienen dos elementos que son la velocidad y dosis. Se realizará este análisis

2.6. Aspectos éticos

La elaboración de la presente investigación no es copia, se ha desarrollado respetando los procedimientos establecidos para estudios de esta naturaleza. Asimismo, los instrumentos aplicados en esta investigación son validados por expertos y por último los datos obtenidos en laboratorio serán desarrollados en la parte estadística e interpretada por el responsable de la tesis siguiendo las recomendaciones de la universidad.

CAPITULO III
RESULTADOS

3. Determinación de la eficiencia del coagulante

3.1 Evaluación de la reducción de la turbidez

Tabla N°8: Resultados de la turbidez al usar la penca de Ayacucho.

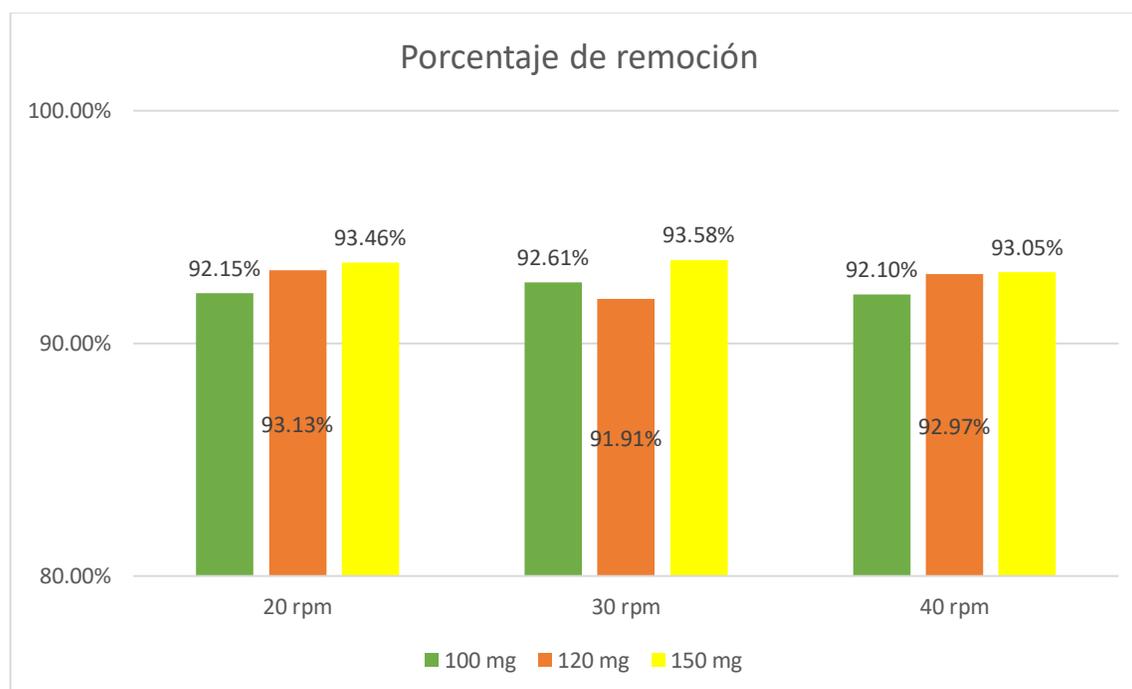
Penca de Ayacucho				
Medición de la turbidez (NTU)				
Velocidad de agitación (rpm)	Inicial	100 mg	120 mg	150 mg
20	163	12.79	11.20	10.66
30	155	11.46	12.54	9.95
40	146	11.53	11.28	10.14

Los valores que se muestran en la Tabla N°8 se obtuvieron usando un turbidímetro de marca OAKTOL T-100, el cual se utilizó para medir la turbidez del agua antes y después del tratamiento con las pencas. Se evaluó la turbidez usando la penca procedente del departamento de Ayacucho a velocidades de 20, 30 y 40 rpm por 15 min con dosis de 100, 120 y 150 mg del coagulante en polvo. Al analizar la Tabla N°8 se observa que la turbidez disminuye conforme aumenta la dosis del coagulante, sin embargo, al relacionar la reducción de la turbidez con la velocidad de agitación no se encontró un patrón tan claro.

Tabla N°9: Porcentaje de remoción de turbidez.

Penca de Ayacucho			
Porcentaje de remoción (%)			
Velocidad de agitación (rpm)	100 mg	120 mg	150 mg
20	92.15	93.13	93.46
30	92.61	91.91	93.58
40	92.10	92.97	93.05

Figura N°14: Porcentaje de remoción de turbidez usando la penca de Ayacucho.



Interpretación:

El porcentaje removido de turbidez fue calculado en base a la turbidez inicial de las aguas del río Chillón, los resultados aparecen en la Tabla N°9 y se graficaron en la Figura N°14, donde se puede observar que el mayor porcentaje de reducción fue usando una dosis de 150 mg y una velocidad de agitación de 30 rpm, con un valor máximo de 93.58% en comparación de las otras dosis con valores máximos de 93.13% al usar 120 mg y 92.61% al usar 100 mg.

Tabla N°10: Resultados de la turbidez al usar la penca de Ancash.

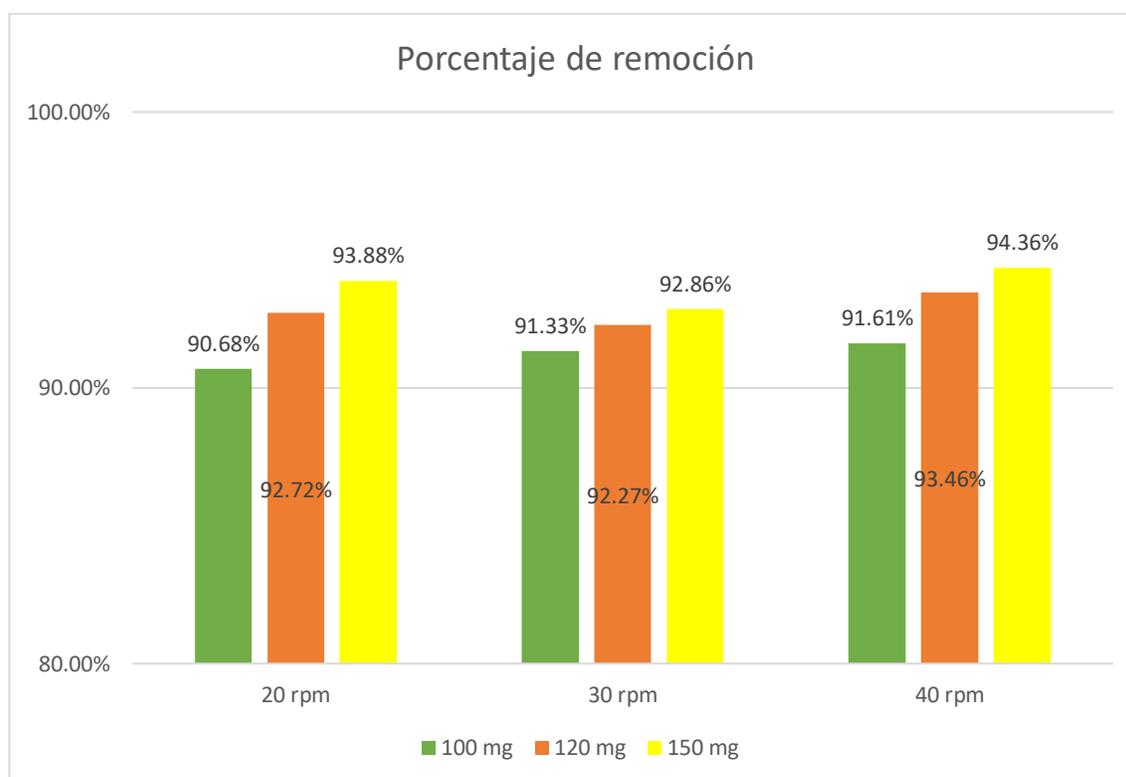
Penca de Ancash				
Medición de la turbidez (NTU)				
Velocidad de agitación (rpm)	Inicial	100 mg	120 mg	150 mg
20	156	14.54	11.35	9.54
30	144	12.48	11.12	10.28
40	163	13.67	10.66	9.20

Los valores que se muestran en la Tabla N°10, se evaluó la turbidez usando la penca procedente del departamento de Ancash a velocidades de 20, 30 y 40 rpm por 15 min con dosis de 100, 120 y 150 mg del coagulante en polvo. Al analizar la Tabla N°10 se observa que la turbidez disminuye conforme aumenta la dosis del coagulante, y, al relacionar la reducción de la turbidez con la velocidad de agitación se observó que la turbidez tiende a disminuir al aumentar la velocidad en 40 rpm.

Tabla N°11: Porcentaje de remoción de turbidez

Penca de Ancash			
Porcentaje de remoción (%)			
Velocidad de agitación (rpm)	100 mg	120 mg	150 mg
20	90.68	92.72	93.88
30	91.33	92.27	92.86
40	91.61	93.46	94.36

Figura N°15: Porcentaje de remoción de turbidez usando la penca de Ancash



Interpretación:

El porcentaje removido de turbidez fue calculado en base a la turbidez inicial de las aguas del río Chillón, los resultados aparecen en la Tabla N°11 y se graficaron en la Figura N°15, donde se puede observar que el mayor porcentaje de reducción fue usando una dosis de 150 mg y a una velocidad de 40 rpm, con un valor máximo de 94.36% en comparación de las otras dosis con valores máximos de 93.46% al usar 120 mg y 91.61% al usar 100 mg, también se observa que a una velocidad de 40 rpm la reducción de la turbidez es mucho mayor.

Tabla N°12: Resultados de la turbidez al usar la penca de Ica.

Penca de Ica				
Medición de la turbidez (NTU)				
Velocidad de agitación (rpm)	Inicial	100 mg	120 mg	150 mg
20	190	35.12	27.36	24.15
30	165	38.02	33.19	28.56
40	154	21.03	17.56	15.69

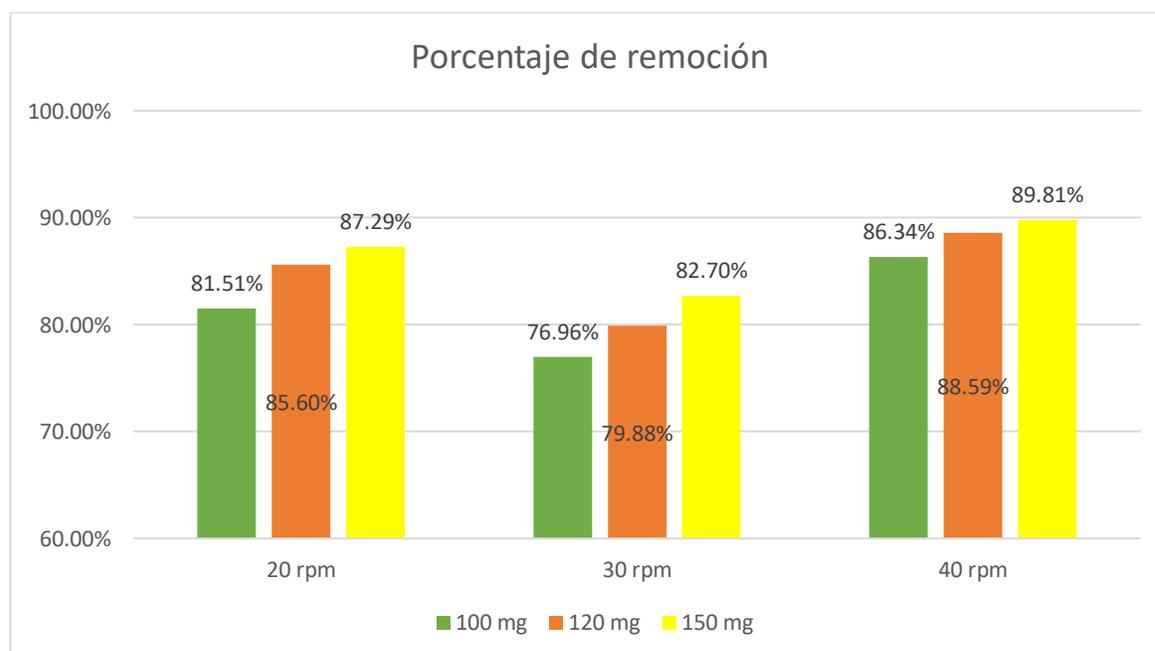
Los valores que se muestran en la Tabla N°12, se evaluó la turbidez usando la penca procedente del departamento de Ica a velocidades de 20, 30 y 40 rpm por 15 min con dosis de 100, 120 y 150 mg del coagulante en polvo. Al analizar la Tabla N°12 se observa que la turbidez disminuye conforme aumenta la dosis del

coagulante, y, al relacionar la reducción de la turbidez con la velocidad de agitación se observó que la turbidez tiende a disminuir al aumentar la velocidad en 40 rpm.

Tabla N°13: Porcentaje de remoción de turbidez

Penca de Ica			
Porcentaje de remoción (%)			
Velocidad de agitación (rpm)	100 mg	120 mg	150 mg
20	81.51	85.6	87.29
30	76.96	79.88	82.70
40	86.34	88.59	89.81

Figura N°16: Porcentaje de remoción de turbidez usando la penca de Ica



Interpretación:

El porcentaje removido de turbidez fue calculado en base a la turbidez inicial de las aguas del río Chillón, los resultados aparecen en la Tabla N°13 y se graficaron en la Figura N°16, donde se puede observar que el mayor porcentaje de reducción fue usando una dosis de 150 mg a una velocidad de 40 rpm, con un valor máximo de 89.81% en comparación de las otras dosis con valores máximos de 88.59% al usar 120 mg y 86.34% al usar 100 mg, también se observa que a una velocidad de 40 rpm la reducción de la turbidez es mucho mayor.

3.2 Evaluación de la reducción del color.

Tabla N°14: Resultados del color al usar la penca de Ayacucho.

Penca de Ayacucho				
Parámetro del color (PCU)				
Velocidad de agitación (rpm)	Inicial	100 mg	120 mg	150 mg
20	130	75	65	50
30	125	80	80	60
40	120	70	45	30

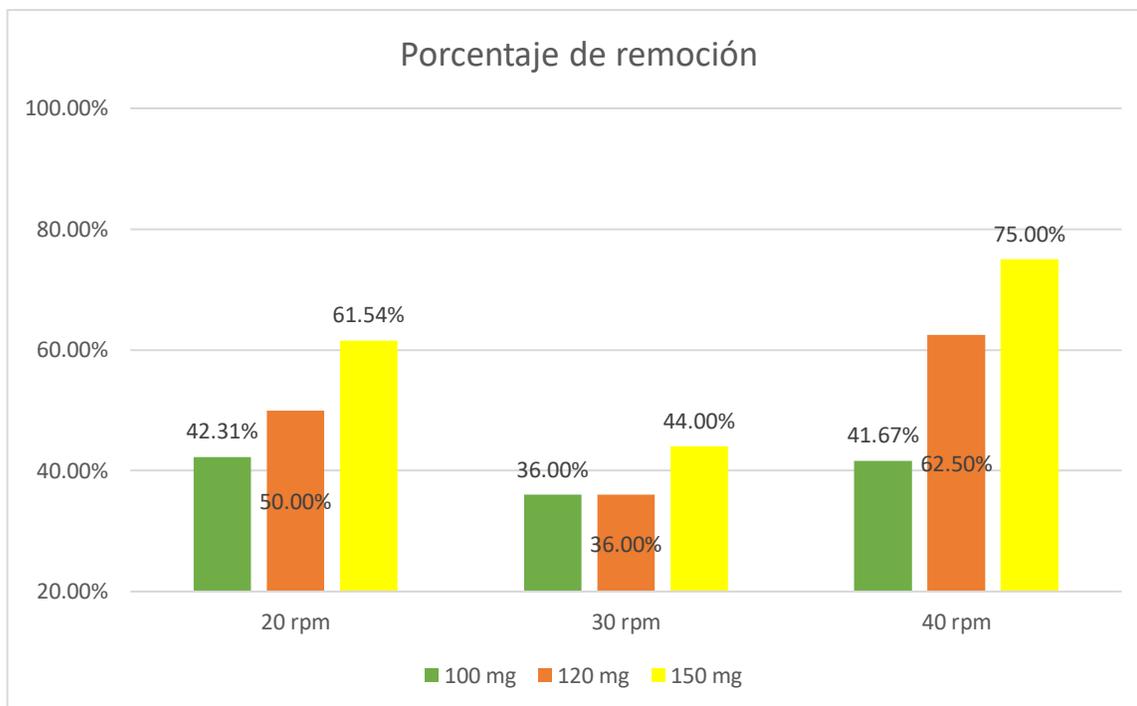
Los valores que se muestran en la Tabla N°14 se obtuvieron usando un colorímetro de marca Hanna Checker, el cual se utilizó para medir el color del agua antes y después del tratamiento con las pencas. Se evaluó el color usando la penca procedente del departamento de Ayacucho a velocidades de 20, 30 y 40 rpm por

15 min con dosis de 100, 120 y 150 mg del coagulante en polvo. Al analizar la Tabla N°14 se observa que el color disminuye conforme aumenta la dosis del coagulante, y, al relacionar la reducción del color con la velocidad de agitación se observó que el color tiende a disminuir al aumentar la velocidad en 40 rpm. Analizando estas cifras se logró observar que todas las muestras tratadas al final alcanzaron un color residual cercano a las 100 Unidades Platino Cobalto (UPC), este valor indica el límite del color plasmado en el ECA, la cual considera apta para uso convencional.

Tabla N°15: Porcentaje de remoción del color.

Penca de Ayacucho			
Porcentaje de remoción (%)			
Velocidad de agitación (rpm)	100 mg	120 mg	150 mg
20	42.31	50	61.54
30	36	36	44
40	41.67	62.5	75

Figura N°17: Porcentaje de remoción del color usando la penca de Ayacucho.



Interpretación:

El porcentaje removido del color fue calculado en base al color inicial de las aguas del río Chillón, los resultados aparecen en la Tabla N°15 y se graficaron en la Figura N°17, donde se puede observar que el mayor porcentaje de reducción fue usando una dosis de 150 mg a una velocidad de 40 rpm, con un valor máximo de 75% en comparación de las otras dosis con valores máximos de 62.5% al usar 120 mg y 42.31% al usar 100 mg, también se observa que a una velocidad de 40 rpm la reducción del color es mucho mayor.

Tabla N°16: Resultados del color al usar la penca de Ancash.

Penca de Ancash				
Parámetro del color (PCU)				
Velocidad de agitación (rpm)	Inicial	100 mg	120 mg	150 mg

20	150	90	75	65
30	125	65	75	50
40	130	45	55	15

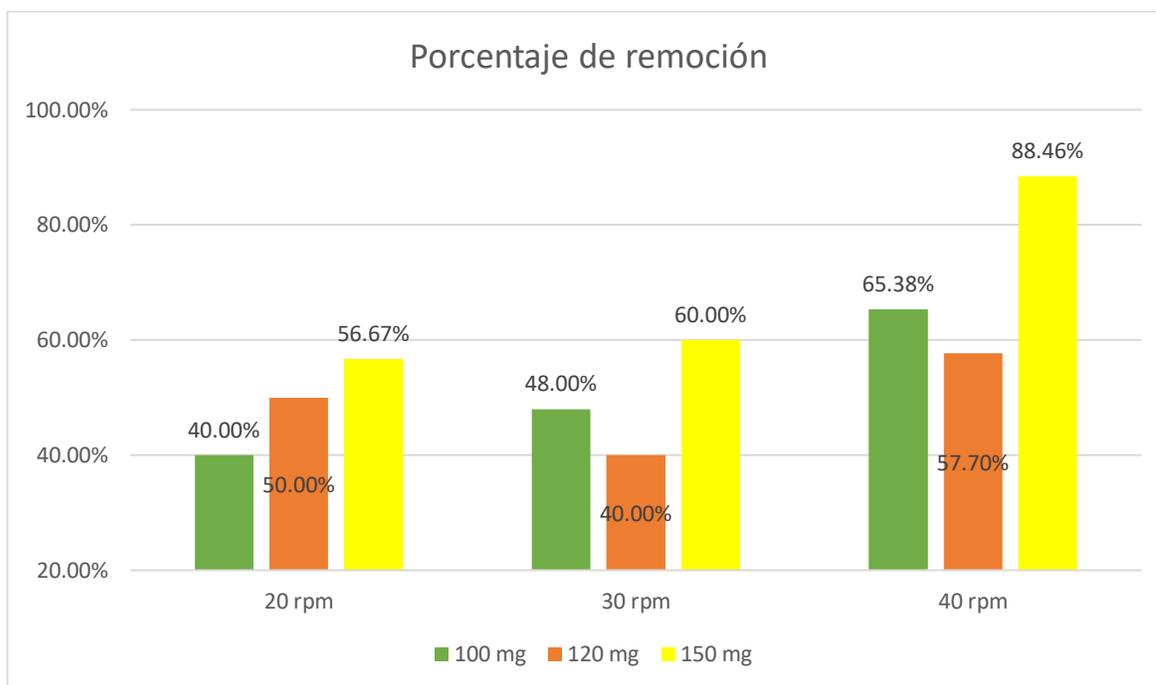
Los valores que se muestran en la Tabla N°16, se evaluó el color usando la penca procedente del departamento de Ancash a velocidades de 20, 30 y 40 rpm por 15 min con dosis de 100, 120 y 150 mg del coagulante en polvo. Al analizar la Tabla N°16 se observa que el color disminuye conforme aumenta la dosis del coagulante, y, al relacionar la reducción del color con la velocidad de agitación se observó que el color tiende a disminuir al aumentar la velocidad en 40 rpm. Analizando estas cifras se logró observar que todas las muestras tratadas al final alcanzaron un color residual cercano a las 100 Unidades Platino Cobalto (UPC), este valor indica el límite del color plasmado en el ECA, la cual considera apta para uso convencional.

Tabla N°17: Porcentaje de remoción del color.

Penca de Ancash			
Porcentaje de remoción (%)			
Velocidad de agitación (rpm)	100 mg	120 mg	150 mg
20	40	50	56.67

30	48	40	60
40	65.38	57.7	88.46

Figura N°18: Porcentaje de remoción del color usando la penca de Ancash.



Interpretación:

El porcentaje removido del color fue calculado en base al color inicial de las aguas del río Chillón, los resultados aparecen en la Tabla N°17 y se graficaron en la Figura N°18, donde se puede observar que el mayor porcentaje de reducción fue usando una dosis de 150 mg a una velocidad de 40 rpm, con un valor máximo de 88.46% en comparación de las otras dosis con valores máximos de 57.7% al usar 120 mg y 65.38% al usar 100 mg, también se observa que a una velocidad de 40 rpm la reducción del color es mucho mayor.

Tabla N°18: Resultados del color la usar la penca de Ica.

Penca de Ica				
Parámetro del color (PCU)				
Velocidad de agitación (rpm)	Inicial	100 mg	120 mg	150 mg
20	160	95	75	80
30	145	65	60	55
40	140	70	50	40

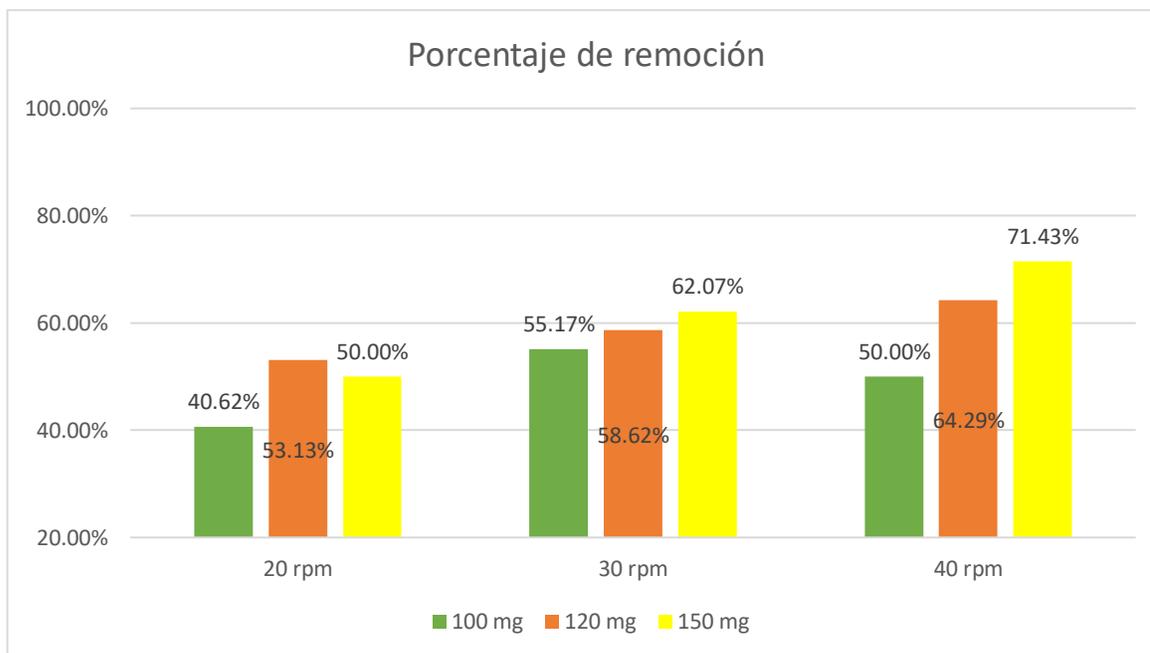
Los valores que se muestran en la Tabla N°18, se evaluó el color usando la penca procedente del departamento de Ica a velocidades de 20, 30 y 40 rpm por 15 min con dosis de 100, 120 y 150 mg del coagulante en polvo. Al analizar la Tabla N°18 se observa que el color disminuye conforme aumenta la dosis del coagulante, y, al relacionar la reducción del color con la velocidad de agitación se observó que el color tiende a disminuir al aumentar la velocidad en 40 rpm. Analizando estas cifras se logró observar que todas las muestras tratadas al final alcanzaron un color residual cercano a las 100 Unidades Platino Cobalto (UPC), este valor indica el límite del color plasmado en el ECA, la cual considera apta para uso convencional.

Tabla N°19: Porcentaje de remoción del color.

Penca de Ica
Porcentaje de remoción (%)

Velocidad de agitación (rpm)	100 mg	120 mg	150 mg
20	40.62	53.13	50
30	55.17	58.62	62.07
40	50	64.29	71.43

Figura N°19: Porcentaje de remoción del color usando la penca de Ica.



Interpretación:

El porcentaje removido del color fue calculado en base al color inicial de las aguas del río Chillón, los resultados aparecen en la Tabla N°19 y se graficaron en la Figura N°19, donde se puede observar que el mayor porcentaje de reducción fue usando una dosis de 150 mg a una velocidad de 40 rpm, con un valor máximo de 71.43% en comparación de las otras dosis con valores máximos de 64.29% al usar 120 mg

y 55.17% al usar 100 mg, también se observa que a una velocidad de 40 rpm la reducción del color es mucho mayor.

3.3 Evaluación de la variación del pH.

Tabla N°20: Resultados del pH al usar la penca de Ayacucho.

Penca de Ayacucho				
Parámetro pH				
Velocidad de agitación (rpm)	Inicial	100 mg	120 mg	150 mg
20	8.4	7.88	8.46	7.51
30	7.94	7.96	8.22	7.58
40	7.67	7.84	8.24	7.63

Tabla N°21: Resultados del pH al usar la penca de Ancash.

Penca de Ancash				
Parámetro pH				
Velocidad de agitación (rpm)	Inicial	100 mg	120 mg	150 mg
20	7.92	7.74	8.16	7.72

30	8.2	7.83	7.82	7.66
40	8.28	7.88	7.75	7.65

Tabla N°22: Resultados del pH al usar la penca de Ica.

Penca de Ica				
Parámetro pH				
Velocidad de agitación (rpm)	Inicial	100 mg	120 mg	150 mg
20	8.15	7.79	8.13	7.63
30	8.45	7.91	8.11	7.52
40	7.98	7.96	8.06	7.61

Interpretación:

Los valores que se muestran en la Tabla N°20, 21 y 22 se obtuvieron usando un phmetro de marca Hanna Waterproof, el cual se utilizó para medir el pH del agua antes y después del tratamiento con las pencas. Se evaluó el pH a una velocidad de agitación 20, 30 y 40 rpm por 15 min y a una dosis de 100, 120 y 150 mg de

coagulante en polvo. Este parámetro se evaluó con la finalidad de identificar si el coagulante en polvo modificaba el pH de la muestra de agua del río Chillón.

Las Tablas indican que el agua al inicio fue alcalina y luego de tratar el agua con el coagulante en polvo los resultados no variaron demasiado, ya que los valores se mantuvieron entre 7.3 y 8.5, en conclusión, el polvo adicionado no altera en gran medida el pH del agua tratada según Solis, Laines y Hernandez (2012).

3.4 Validación de Hipótesis

3.4.1 Prueba de normalidad

Resultados de prueba de normalidad:

Hipótesis nula: Los datos se adaptan a una distribución normal.

Hipótesis alternativa: Los datos no se adaptan a una distribución normal.

Regla de decisión:

Si la probabilidad del estadístico de prueba Nivel de significancia ≤ 0.05 , entonces se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alternativa.

Si la probabilidad del estadístico de prueba Nivel de significancia > 0.05 , entonces se rechaza la Hipótesis nula y se acepta la Hipótesis alternativa.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Turbidez Inicial	.248	4	.	.928	4	.582
Turbidez Final	.213	4	.	.964	4	.804

Tabla N°23: Prueba de normalidad para turbidez

En conclusión, a partir de la tabla N°23 los datos empleados antes y después del tratamiento con las pencas son normales ya que el nivel de significancia de la turbidez inicial y final son de 0.582 y 0.804 respectivamente, las cuales son mayores a 0.05.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Color Inicial	.298	4	.	.895	4	.405
Color Final	.245	4	.	.916	4	.517

Tabla N°24: Prueba de normalidad para el color

En conclusión, a partir de la tabla N°24 los datos empleados antes y después del tratamiento con las pencas son normales ya que el nivel de significancia del color inicial y final son de 0.405 y 0.517 respectivamente, las cuales son mayores a 0.05.

3.5 Prueba de Hipótesis

En total, fueron 3 pencas usados para el tratamiento de aguas en donde se determinó la eficiencia de la remoción de turbidez y color. Así mismo, ya que los datos son normales se empleó el Anova para la prueba de hipótesis.

3.5.1 Validación de la Hipótesis general

Ho: El Opuntia Ficus Indica Mill de los tres departamentos no son eficientes como coagulante para descontaminar aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte.

H1: El Opuntia Ficus Indica Mill de los tres departamentos son eficientes como coagulante para descontaminar aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte.

ANOVA

Penca de Ancash, Ayacucho e Ica

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	60.764	2	30.382	10.394	.005
Dentro de grupos	26.307	9	2.923		
Total	87.071	11			

Tabla N°25: ANOVA para la eficiencia de las pencas

Interpretación:

Como se observa en la tabla N°25, notamos que el valor de significancia es de $0.005 < 0,05$ por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Por lo que concluimos que el Opuntia Ficus Indica Mill de los tres departamentos son eficientes como coagulante para descontaminar aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte.

CAPITULO IV

DISCUSIÓN

4. Discusión de resultados

Se utilizó estos departamentos para observar si las altitudes Ancash-Chasquitambo (759 msnm), Ayacucho-Tambillo (2467 msnm) e Ica-Santiago (378 msnm) y el tamaño Ancash (42x19cm), Ayacucho (37x20m) e Ica (22x17cm) influía en el poder coagulante del *Opuntia ficus indica mil*. Los resultados obtenidos eran los esperados ya que la penca procedente del departamento de Ancash obtuvo una mayor eficiencia en la remoción de turbidez y color. Según Naod y Tsige (2012), el poder coagulante de la penca varía con el tipo de especie, edad del cladodio, clima y la topografía del lugar de plantación (tipo de suelo, lluvia, temperatura, etc).

En cuanto al agua del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte es apto para el tratamiento de coagulación-floculación, ya que el rango del pH del río se encuentra entre 6.5 y 8.5 como lo indica Diaz (2014) en su tesis. El objetivo de esta investigación es determinar cuál de los tres departamentos el Opuntia Ficus Indica Mill tiene mayor capacidad coagulante en el tratamiento del agua del río Chillón- AAHH Santa Cruz del Norte

Para la hipótesis general, se determinó que el Opuntia Ficus Indica Mill de los tres departamentos son eficientes como coagulante para reducir la turbidez y el color en las aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte, aplicando el ANOVA arrojó un nivel de significancia de $0.005 < 0.05$, por lo tanto, de estos valores obtenidos se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa. Dichos resultados también se obtuvieron en Martínez, J y Gonzales, L. (2012) en su tesis evaluaron el poder como agente coagulante de la penca de la tuna en Colombia, con la cual se buscó disminuir la turbidez y color de las aguas residuales, en donde al final de la evaluación lograron remover un gran porcentaje de turbidez (85.76%) y de color (57.14%) presentes en el agua cruda, en el pH no hubo cambios trascendentales solo se tornó ligeramente ácido.

Con relación a la primera hipótesis específica, se determinó que la dosis y velocidad de agitación óptima del Opuntia Ficus Indica Mill para la reducción de

turbidez es de 150 mg y 40 rpm respectivamente, logrando una mayor remoción de 94.36% usando la penca procedente de Ancash. Rechazando la hipótesis específica donde señala que la dosis y velocidad de agitación óptima del Opuntia Ficus Indica Mill es de 35 mg y 200 rpm reduciendo en un 99.30% el nivel de turbidez según, la investigación realizada por Olivero et al, (2014). Los señores Wilchez, et al (2013) señalaron que en el proceso de floculación es mejor usar velocidades menores a los 100 rpm y dosis pequeñas, además Martínez, J y Gonzales, L. (2012) menciona en su tesis que al usar una velocidad de 40 rpm y a una dosis de 50 mg, favorece a la clarificación del agua, donde logró remover 85.76 % de turbidez.

Con relación a la segunda hipótesis específica, se determinó que la dosis y velocidad de agitación óptima del Opuntia Ficus Indica Mill para la reducción de color es de 150 mg y 40 rpm respectivamente, logrando una mayor remoción de 88.46% usando la penca procedente de Ancash. Rechazando la hipótesis específica donde señala que la dosis y velocidad de agitación óptima del Opuntia Ficus Indica Mill es de 40 mg y 200 rpm reduciendo en un 100% el color según, la investigación realizada por Contreras et al, (2015). Estos resultados guardan relación con lo dicho González (2015), donde la cantidad de dosis necesaria de Opuntia Ficus Indica Mill es de 150 a 350 mg, logrando un porcentaje de remoción entre los 75 y 91.7%

Así mismo, se debe resaltar que el porcentaje de remoción de la turbidez en el agua del río Chillón se encuentra entre 90-95 % empleando la penca como coagulante-floculante orgánico, esta turbidez obtenida luego del tratamiento sigue siendo alta en comparación al nivel obtenido al emplear el $Al_2(SO_4)_3$ u otro coagulante-floculante orgánico. Lo cual, se puede deber a la baja turbiedad del agua a tratar ya que, presenta una menor concentración de partículas suspendidas.

Finalmente, se determina que a pesar de la eficacia del Opuntia ficus indica mil como coagulante-floculante para reducir el nivel de turbiedad y color en las aguas

del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte, la técnica, logró cumplir con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del agua, categoría 1 poblacional y recreacional, subcategoría A aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y sub categoría A2- aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional ya que, el ECA señala que el nivel de color y turbiedad deben ser máximo de 100 PCU y 100 NTU, respectivamente.

CAPITULO V
CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. Analizando los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que el *Opuntia Ficus Indica Mill* traída del departamento de Ancash presentó una mayor capacidad coagulante con una eficiencia de remoción de 94.36% de turbidez y 88.46% de color, en comparación con las pencas traídas de Ayacucho con un porcentaje de remoción de 93.58% y 75% de turbidez y color respectivamente, y de Ica con un porcentaje de remoción de 89.81% y 71.43% de turbidez y color respectivamente. Los resultados obtenidos guardan mucha similitud en los porcentajes, la variación se pudo haber dado por el tamaño, ya que la penca procedente de Ancash tuvo un mayor tamaño (42x19cm) respecto a las procedentes de Ayacucho (37x20m) e Ica (22x17cm) y otro factor influyente es la altitud, Ancash-Chasquitambo (759 msnm), Ayacucho-Tambillo (2467 msnm) e Ica-Santiago (378 msnm), ya que la penca se adapta mejor entre los 700 - 2300msnm y la que se encuentra en ese rango es la procedente del departamento de Ancash.
2. A una dosis de 150 mg se obtuvo un mayor porcentaje de reducción de turbidez y color con un promedio de 92.58% y 78.29% respectivamente usando el *Opuntia Ficus Indica Mill* de los tres departamentos mientras que la menos eficiente fue a una dosis de 100 mg con un promedio de 86.48% de turbidez y 38.76% de color.
3. A una velocidad de agitación de 40 rpm se obtuvo un mayor porcentaje de reducción de turbidez y color con un promedio de 92.58% y 78.29% respectivamente, usando el *Opuntia Ficus Indica Mill* de los tres departamentos mientras que la menos eficiente fue a una velocidad de 20 rpm con un promedio de 86.48% de turbidez y 38.76% de color.

CAPITULO VI
RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Emplear solo equipos que estén perfectamente calibrados por un personal capacitado o por un personal de laboratorio para evitar resultados erróneos en la experimentación.
2. Se recomienda tener en cuenta el tiempo de reposo de la muestra analizada, ya que varía entre minutos y horas, en este trabajo de investigación se tomó el tiempo de reposo de una hora, pero este tiempo puede variar y quizá encontrar mejores resultados cuando el tiempo de reposo sea mayor.
3. También se recomienda realizar un análisis del área de estudio y el suelo de la zona de donde se recolecta la penca, ya que existe estudios donde menciona que el poder coagulante de la penca varía con el tipo de especie, edad del cladodio, clima y la topografía del lugar de plantación (tipo de suelo, lluvia, temperatura, etc).
4. Ya que este proceso de coagulación-floculación es económico, se recomienda dar a conocer este método a zonas de bajo desarrollo económico como una medida de prevención sanitaria en relación al consumo de aguas turbias.

CAPITULO VII
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SOLIS, Rudy, LAINES, José y HERNANDEZ, José. Mezclas con potencial coagulante para clarificar aguas residuales. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 28 (3): 229-236, 2012.
ISSN: 0188-4999
- QUIROS, Noemi, VARGAS, Maricruz y JIMENEZ, Joaquin. Extracción y análisis de polímeros obtenidos a partir de varios productos naturales, para ser usados como potenciales floculantes en el tratamiento de agua para consumo humano. Costa Rica: CIPA, 2010. 30 p.
- OLIVERO [et al]. *Using Tuna (opuntia ficus-indica) as natural coagulant in the clarification of the crudes waters*. 11 (1): 70-75, 2014.
ISSN: 1794-4953
- MARTINEZ, Jasser y GONZALEZ, Luis. Evaluación del poder coagulante de la Tuna (opuntia ficus indica) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas. Tesis (Ingeniero Químico). Colombia. Universidad de Cartagena, 2012.
- LORENZO, Yaniris. Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación - floculación. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*, (40) 2: 10-17, 2006.
ISSN: 0138-6204
- VÁSQUEZ, Leonardo. Remoción de turbiedad de agua con coagulantes naturales obtenidos de semillas (Eritrina americana, Quercus ilex, Acacia farnesiana, Vizcum album y Senna candolleana). *Naturaleza y desarrollo*, 11(1): 30-40, 2013.
ISSN: 2007-204X
- RODRIGUEZ [et al]. Empleo de un producto Coagulante Natural para clarificar Agua. *Revista CENIEC Ciencias Químicas*, 36: 1-7, 2005.
- VAZQUEZ, Osvaldo. Extracción de coagulantes naturales del nopal y aplicación en la clarificación de aguas superficiales. Tesis (Maestro en ciencias con especialidad en ingeniería ambiental). México. Universidad autónoma de nuevo león, 1994.

- APAZA, Hugo. Tratamiento ecológico, una alternativa sustentable para la purificación de aguas contaminadas destinadas al riego de cultivos en Arequipa. *Economía y sociedad, CIES*. 82: 76-84, 2013.
- SANCHEZ, Francisco. Tratamientos combinados físico – químicos y de oxidación para la depuración de aguas residuales de la industria corchera. Tesis doctoral. España. Universidad de Extremadura, 2007.
- FAUST, Samuel y ALY, Osman. Chemistry of water treatment. 2da. Ed. Washington, D.C. 1998. 600p.
- SILVA, Megy. Extracción del mucílago de la penca de tuna y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias. Tesis (Ingeniera Química). Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017.
- SINGLEY, Edward. Revisión de la teoría de la coagulación del agua. *Departamento de Ingeniería Ambiental*. EE.UU. CEPIS, 1977
- GOMEZ, Néstor. Remoción de materia orgánica por Coagulación-Floculación. Tesis (Ingeniera Química). Colombia. Universidad Nacional de Colombia, 2005.
- Tratamiento de aguas residuales: Qué es y cuál es su proceso [en línea]. [fecha de consulta: 25 de mayo 2018]. Disponible en: <https://mentecuerposano.com/tratamiento-de-aguas-residuales/>
- Tratamiento secundario [en línea]. [fecha de consulta: 12 de mayo 2018] Disponible en [:http://www.cyclucid.com/tecnologias-aguas-residuales/tratamiento-aguas/tratamiento-secundario/](http://www.cyclucid.com/tecnologias-aguas-residuales/tratamiento-aguas/tratamiento-secundario/)
- RIGOLA, Miguel. Tratamiento de aguas industriales: Aguas de proceso y residuales. 27ª. Ed. Barcelona: Marcobombo, 1990. 161 p.

- GONZALES [et al]. Opuntia ficus-indica y Opuntia wentianda: estudio comparativo sobre su efectividad como coagulantes en la clarificación del agua. *Revista tecnocientífica URU*, 9: 81-89, 2015. ISSN: 2343-6360
- CONTRERAS [et al]. Nopal (Opuntia ficus-indica) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua. *Producción limpia*, 10 (1): 40-50, 2015.
- FLORES, Carlos. Aplicación de una ANOVA bifactorial y modelamiento en el tratamiento por floculación de aguas residuales del camal municipal de Andahuaylas. Tesina (Ingeniero industrial). Perú. Universidad Nacional Mayor De San Marcos, 2014.
- POMPILIO, Carlos. Uso de floculantes de origen natural en el tratamiento del agua en términos de turbidez en el río Santa – Huaraz. Monografía científica (Ingeniero Ambiental). Perú. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, 2013.
- WILCHEZ [et al]. Alternativa para la potabilización del agua en zonas rurales. *Revista ambiental agua aire y suelo*, 4 (2): 130-140, 2013

CAPITULO VIII

ANEXOS

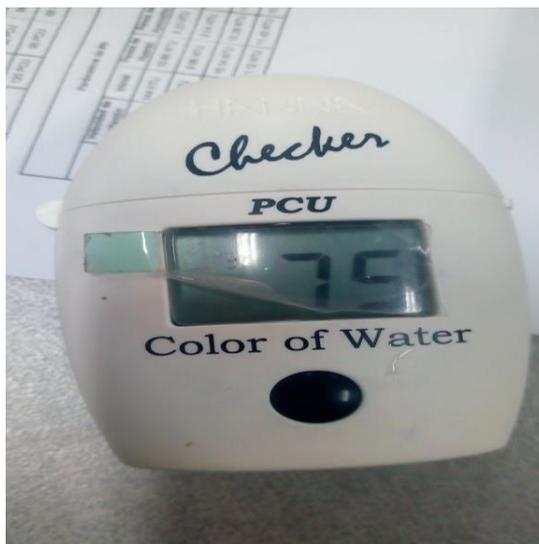
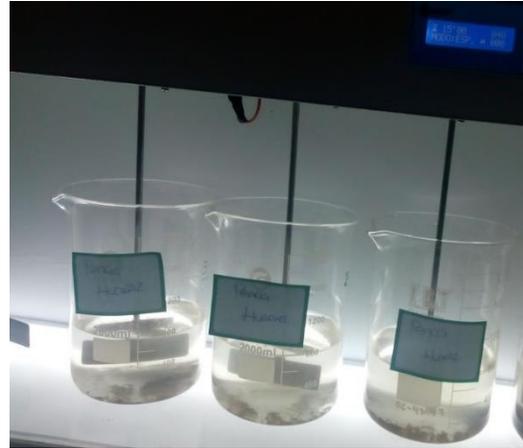
ANEXO N°1:

Proceso de obtención del coagulante en polvo



ANEXO N°2:

Proceso de clarificación



ANEXO N°3:

Validación de instrumentos

 UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

1.1. Apellidos y Nombres: ORDÓÑEZ GARCÍA, JUAN JOLIO

1.2. Cargo e institución donde labora: Doc

1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de custodia de la Tena

1.4. Autor(A) de Instrumento: Vargas Rodríguez, José Luis

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación

- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

Lima, 03 de Julio del 2017



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 0844300 Telf.: 5781688

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

- 1.1. Apellidos y Nombres: Jave Nakayo, Jorge Leonardo
 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente UCV
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Ficha de recolección de la muestra de agua
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Uribe Rodríguez, José Luis

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 03/11 del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf:.....

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES DEL EXPERTO

1.1. Apellidos y Nombres: Lizarraga Gamarra Victor Ivan
 1.2. Cargo e institución donde labora: Ficha de recolección de la muestra de agua
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Docente UCV
 1.4. Autor(A) de Instrumento: Vargas Rodriguez, José Luis

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

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

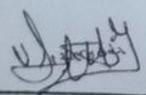
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95 %


 VICTOR IVAN
 LIZARRAGA GAMARRA
 INGENIERO GEOGRAFICO
 Reg CIP N° 95000

Lima, 03/11 del 2017

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 46132406 Telf.: 994313509

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables
<p>Problema general:</p> <p>¿Cuál de los tres departamentos el <i>Opuntia Ficus Indica Mill</i> tiene mayor capacidad coagulante en el tratamiento del agua del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Cuál será la dosis apropiada del <i>Opuntia Ficus Indica Mill</i> para disminuir la turbiedad y color, a nivel laboratorio, de las aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte?</p> <p>¿Cuál será la velocidad de agitación apropiada del <i>Opuntia Ficus Indica Mill</i> para disminuir la turbiedad y color, a nivel laboratorio, de las aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar cuál de las tres <i>Opuntia Ficus Indica Mill</i> tiene mayor capacidad coagulante en el tratamiento del agua del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>Determinar cuál será la dosis apropiada del <i>Opuntia Ficus Indica Mill</i> para disminuir la turbiedad y color, a nivel laboratorio, de las aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte</p> <p>Determinar cuál será la velocidad de agitación apropiada del <i>Opuntia Ficus Indica Mill</i> para disminuir la turbiedad y el color, a nivel laboratorio, de las aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>El <i>Opuntia Ficus Indica Mill</i> de los tres departamentos son eficientes como coagulante para descontaminar aguas del río Chillón-AAHH Santa Cruz del Norte.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>El <i>Opuntia Ficus Indica Mill</i> a una dosis de 35 mg y 200 rpm de velocidad reducirá en un 99.30% el nivel de turbidez en las aguas del río Magdalena, Magangué-Colombia (Olivero et al, 2014)</p> <p>El <i>Opuntia Ficus Indica Mill</i> a una dosis de 40 mg y 200 rpm de velocidad reducirá en un 100% el color en las aguas del río Magdalena, Magangué-Colombia (Contreras et al, 2015)</p>	<p>Variable independiente</p> <p>Capacidad coagulante del <i>Opuntia Indica Mills</i> de tres departamentos</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dosis • Velocidad de agitación <p>Variable dependiente</p> <p>Tratamiento de las aguas del río Chillón</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Turbidez • Color • pH

ANEXO N°3: MATRIZ DE CONSISTENCIA

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD COAGULANTE DEL *spinosus* *flexus*
INDICA OBTENER TRES DEPARTAMENTOS PARA EL TRATAMIENTO DE
AGUAS DEL RIO CHILLÓN, AASH SANJA CRUZ DEL NORTE, LIMA
2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL.

AUTOR:
VARGAS RODRIGUEZ, JOSÉ LUIS

ASESORA:
MAGALYAS HUMAREDA, MARIA DEL CARMEN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
CALIDAD Y GESTIÓN DE RECURSOS NATURALES

LIMA - PIRU
2018 I

Resumen de coincidencias

25 %

1	Entregado a Universidad.	9 %
2	repositorio.ucv.edu.pe	5 %
3	www.scribd.com	4 %
4	Entregado a Universidad.	1 %
5	cybertesis.unnrm.edu.pe	1 %
6	repositorio.uns.edu.pe	<1 %
7	repositorio.lamolina.edu.pe	<1 %

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo José Luis Vargas Rodríguez, identificado con DNI N° 72762575, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Gestión de la calidad ambiental del agua. Hoja índice mil. de tres documentos para el tratamiento de aguas de río" en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

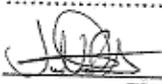
.....

.....

.....

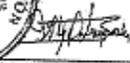
.....

.....


 FIRMA

DNI: 72762575

FECHA: 14 de setiembre del 2018

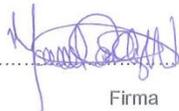
				
				Elaboró

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 01-07-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, María del Carmen Aylas Humareda, docente de la Facultad Ingeniería Ambiental y Escuela Profesional Ingeniería de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, revisor (a) del Desarrollo de tesis titulada "Comparación de la capacidad coagulante del *opuntia ficus indica mill* de tres departamentos para el tratamiento de aguas del río chillón-AAHH Santa Cruz del Norte- lima 2018", del estudiante Vargas Rodríguez, José Luis, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Los Olivos, 11 de mayo del 2019



Firma

Mg. María Del Carmen Aylas Humareda

DNI: 0773304

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



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

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

La Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Vargas Rodríguez, José Luis

INFORME TÍTULADO:

"Comparación de la Capacidad Carga de los ríos contra flocos incrusta mill de
Tres departamentos para el Tratamiento de aguas del Río Chillón -
A la Santa Cruz del Norte - Lima 2018"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Ambiental

SUSTENTADO EN FECHA: 20/07/2018

NOTA O MENCIÓN: 15 (QUINCE)



[Firma]
FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN