



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUÍMICA

**“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE CONTACTO DEL
CACTUS SAN PEDRO (*ECHINOPSIS PACHANOI*) EN LA REMOCIÓN
DE MATERIA ORGÁNICA DEL RÍO REQUE”**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. LUZ ELIZABET MEJIA ROJAS

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA QUIMICA

ASESORAS:

Dra. TARCILA A. CABRERA SALAZAR

Dra. LIZ A. JUANITAFLORES MORALES CABRERA

LAMBAYEQUE -PERÚ- 2022

“Efecto de la concentración y tiempo de contacto del cactus San Pedro (*Echinopsis Pachanoi*) en la remoción de materia orgánica del Río Reque”

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA QUÍMICA

PRESENTADO POR:

Bachiller: Mejía Rojas Luz Elizabet

APROBADO POR:

Dr. César Alberto García Espinoza



JURADO PRESIDENTE

M.Sc. Miguel Ángel Arriaga Delgado



JURADO SECRETARIO

M.Sc. Daniel Alberto Mogollón Torres



JURADO VOCAL

Dra. Tarcila A. Cabrera Salazar



ASESORA

Dra. Liz A. Juanitaflor Morales Cabrera



ASESORA METODOLÓGICA



ACTA DE SUSTENTACIÓN N° 059-UINV-FIQIA-VIRTUAL

Siendo las 7 pm del día 29 de junio del 2022, se reunieron vía plataforma virtual, meet.google.com/zuu-yyvc-zwe los miembros de jurado evaluador de la Tesis Titulada: "**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE CONTACTO DEL CACTUS SAN PEDRO (ECHINOPSIS PACHANO) EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGANICA DEL RÍO REQUE.**" designados por Decreto N° 008-2021-VIRTUALUINV-FIQIA de fecha 02 de febrero de 2021 con la finalidad de Evaluar y Calificar la sustentación de la tesis antes mencionada, conformados por los siguientes docentes:

- ✓ Dr CESAR ALBERTO GARCIA ESPINOZA Presidente
- ✓ M.Sc. MIGUEL ANGEL ARRIAGA DELGADO Secretario
- ✓ M.Sc. DANIEL ALBERTO MOGOLLON TORRES Vocal.

La tesis fue asesorada por la Dra.TARCILA A. CABRERA SALAZAR y como asesora metodológica la Dra. LIZ AMELIA JUANITAFLORES MORALES CABRERA nombrados por Decreto N° 010-2021 -VIRTUAL-UINV-FIQIA de fecha 21 de enero del 2021. El acto de sustentación fue autorizado por Decreto N° 212-2022-D-FIQIAVIRTUAL de fecha 27 de junio de 2022. La Tesis fue presentada y sustentada por la

Bachiller: LUZ ELIZABET MEJIA ROJAS y tuvo una duración de 1 hora.

Después de la sustentación, y absueltas las preguntas y observaciones de los miembros del jurado; se procedió a la calificación respectiva, otorgándole el calificativo de (18) (DIECIOCHO) en la escala vigesimal, mención MUY BUENO. Por lo que queda APTO (s) para obtener el Título Profesional de INGENIERA QUÍMICA de acuerdo con la Ley Universitaria 30220 y la normatividad vigente de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional Pedro Ruz Gallo.

Siendo las 8 :00 pm se dio por concluido el presente acto académico, dándose la conformidad al presente acto, con la firma de los miembros del jurado.

Firmas

Dr. Cesar Alberto Garcia Espinoza
Presidente

M.Sc. Miguel Angel Arriaga Delgado
Secretario

Dr. Daniel Alberto Mogollon Torres
Vocal

Dra. Tarcila A. Cabrera Salazar
Asesora

Dra. Liz A. Juanita Flores Morales Cabrera
Asesora Metodológica

CONSTANCIA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, TARCILA AMELIA CABRERA SALAZAR, Docente/Asesor de tesis/Revisor del trabajo de investigación, del (los) estudiante (s).

- MEJIA ROJAS LUZ ELIZABET

Titulada:

**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE CONTACTO DEL CACTUS
SAN PEDRO (ECHINOPSIS PACHANOI) EN LA REMOCIÓN DE MATERIA
ORGÁNICA DEL RÍO REQUE.**

Luego de la revisión exhaustiva del documento constato que la misma tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de similitud en el programa Turnitin.

La suscrita analizó dicho reporte y concluyo 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 Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Lambayeque, 25 de abril del 2022.



.....
TARCILA AMELIA CABRERA SALAZAR

ASESOR



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA E INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUÍMICA

“EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE CONTACTO DEL
CACTUS SAN PEDRO (*ECHINOPSIS PACHANOI*) EN LA REMOCIÓN DE
MATERIA ORGÁNICA DEL RÍO REQUE”

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. LUZ ELIZABET MEJIA ROJAS

PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA
QUIMICA

ASESORAS:

Dra. TARCILA A. CABRERA SALAZAR

Dra. LIZ A. MORALES CABRERA

LAMBAYEQUE -PERÚ- 2022

DEDICATORIA

A mis padres: Pedro Mejía y Luz Rojas por su apoyo moral, económico y en todo aspecto de mi vida profesional.

A mis hermanas: Koni, Claudia y Yulissa por el apoyo, ánimo y confianza en mí para cumplir mi meta de ser ingeniera química.

AGRADECIMIENTO

A Dios, mi familia y a mis asesoras, por brindarme su apoyo para concluir esta tesis. También a todos los técnicos de los laboratorios que me apoyaron en la parte experimental.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	9
I. INTRODUCCION	11
II. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS.....	13
ANTECEDENTES.....	13
BASE TEÓRICA	14
2.1. Turbidez.....	14
2.2. Coagulación.....	15
2.3. Agentes coagulantes	16
2.4. Cactus San Pedro (<i>Echinopsis pachanoi</i>).....	17
2.5. Usos de cactus San Pedro.....	18
2.6. Floculación	19
2.7. Concentración.....	19
2.8. Tiempo de contacto	19
2.9. Demanda biológica de oxígeno (DBO5).....	20
2.10. pH.....	20
2.11. Conductividad.....	20
2.12. Sólidos totales disueltos (SDT)	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS.	21
3.2. Localización del área de estudio.....	22
3.3. Tipo de estudio.....	23
Población y muestra	23
VARIABLES INDEPENDIENTES	25
VARIABLES DEPENDIENTES.....	25
3.4. Diseño factorial.....	26
Proceso en el laboratorio.....	28
3.5. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales	29
Extracción del coagulante cactus San Pedro.....	31
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
ANEXOS	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	16
<i>Coagulantes convencionales</i>	16
Tabla 2.....	17
<i>Coagulantes naturales</i>	17
Tabla 3.....	25
<i>ECA para aguas que pueden ser potabilizadas por tratamiento convencional</i>	25
Tabla 4.....	26
<i>ECA para riego de vegetales</i>	26
Tabla 5.....	26
<i>Variables Independientes</i>	26
Tabla 6.....	27
<i>Diseño factorial</i>	27
Tabla 7.....	33
<i>Parámetros sin agregar coagulante</i>	33
Tabla 8.....	34
<i>Muestra 1 en 5 min y concentración de 20 ppm</i>	34
Tabla 9.....	34
<i>Muestra 2 en 10 min y concentración de 20 ppm</i>	34
Tabla 10.....	34
<i>Muestra 3 en 15 min y concentración de 20 ppm</i>	34
Tabla 11.....	35

<i>Muestra 4 en 5 min y concentración de 40 ppm</i>	35
Tabla 12	35
<i>Muestra 5 en 10 min y concentración de 40 ppm</i>	35
Tabla 13	35
Tabla 13	35
<i>Muestra 6 en 15 min y concentración de 40 ppm</i>	35
Tabla 14	36
<i>Muestra 7 en 5 min y concentración de 60 ppm</i>	36
Tabla 15	36
<i>Muestra 8 en 10 min concentración de 60 ppm</i>	36
Tabla 16	36
<i>Muestra 9 en 15 min y concentración de 60 ppm</i>	36
Tabla 17	37
<i>Muestra 10 en 5 min y concentración de 20 ppm</i>	37
Tabla 18	37
<i>Muestra 11 en 10 min y concentración de 20 ppm</i>	37
Tabla 19	37
<i>Muestra 12 en 15 min y concentración de 20 ppm</i>	37
Tabla 20	38
<i>Muestra 13 en 5 min y concentración de 40 ppm</i>	38
Tabla 21	38
<i>Muestra 14 en 10 min y concentración de 40 ppm</i>	38
Tabla 22	38
<i>Muestra 15 en 15 min y concentración de 40 ppm</i>	38
Tabla 23	39
<i>Muestra 16 en 5 min y concentración de 60 ppm</i>	39
Tabla 24	39

<i>Muestra 17 en 10 min y concentración de 60 ppm</i>	39
Tabla 25	39
<i>Muestra 18 en 15 min y concentración de 60 ppm</i>	39

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferencia entre cactus San Pedro macho y San Pedro hembra	18
Figura 2. Otros usos del cactus San Pedro	19
Figura 3. Imagen del río Reque	21
Figura 4. Imagen del puente del río Reque	21
Figura 5 . Ubicación geográfica del río Reque	22
Figura 6. Río Reque – Chiclayo -Lambayeque	22
Figura 7. Toma de muestra de agua del Río Reque	23
Figura 8. Pasos de toma de muestras del agua de río Reque	24
Figura 9. Cactus San Pedro en Huerto donde se compró	31
Figura 10. Diagrama de flujo de obtención del coagulante cactus San Pedro	32
Figura 11. Valor de pH en un tiempo de 5 min y concentraciones de 20,40 y 60 ppm	45
Figura 12. Valor de pH en un tiempo de 10 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm	46
Figura 13. Valor de pH en un tiempo de 15 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm	46
Figura 14. Valor de turbidez en un tiempo de 5 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm	47
Figura 15. Valor de turbidez en un tiempo de 10 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm	47
Figura 16. Valor de turbidez en un tiempo de 15 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm	48

Figura 17. Valor de conductividad en un tiempo de 5 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm	48
Figura 18. Valor de conductividad en un tiempo de 10 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm	49
Figura 19. Valor de conductividad en un tiempo de 15 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm	49
Figura 20. Valor de SDT en un tiempo de 5 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm.	50
Figura 21. Valor de SDT en un tiempo de 10 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm	50
Figura 22. Valor de SDT en un tiempo de 15 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm	51

RESUMEN

El objetivo de esta investigación es determinar el efecto de la concentración y tiempo de contacto del coagulante del cactus San Pedro (*Echinopsis pachanoi*) en la remoción de materia orgánica del Río Reque en Chiclayo. Se recolectaron 5 L de agua del río Reque, de los cuales 1 L fue la muestra inicial para analizar DBO5, pH, turbidez, conductividad y Sólidos disueltos totales (SDT) sin agregar el coagulante y en los otros 4 L restantes, (agrupados en 18 muestras de 250 mL cada una) también se analizaron, ahora a todas las muestras agregando el coagulante de cactus San Pedro.

Evalué 3 concentraciones de coagulante de cactus San Pedro: 20, 40, 60 ppm y 3 tiempos de contacto: 5, 10 y 15 min a una velocidad de coagulación de 100 RPM de un tiempo de floculación de 20 min a 50 RPM. Luego analicé el pH, la turbidez, la conductividad y los SDT, obteniendo un porcentaje de remoción de 96.98% en la turbidez, de 44,4% en la conductividad y de 44,4 % en los SDT, respectivamente (20 ppm en 15 min), ya que se disminuyó en la turbidez de 1000 NTU a 30,2 NTU, en la conductividad de 2878 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en SDT de 1878 ppm a 800 ppm. En cambio, el pH se incrementó en 3.98 % respecto al inicial, de 7.5 a 7.78; sin embargo, se mantiene en el rango de lo establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA). Así concluimos que la concentración y el tiempo de contacto del coagulante en mención tienen efecto en la remoción de la materia orgánica.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the effect of the concentration and contact time of the coagulant of the San Pedro cactus (*Echinopsis pachanoi*) in the removal of organic matter from the Reque River in Chiclayo. 5 L of water from the Reque River were collected, of which 1 L was the initial sample to analyze BOD5, pH, turbidity, conductivity and Total Dissolved Solids (TDS) without adding the coagulant and in the other remaining 4 L, (grouped in 18 samples of 250 mL each) were also analyzed, now to all samples adding the San Pedro cactus coagulant.

I evaluated 3 concentrations of San Pedro cactus coagulant: 20, 40, 60 ppm and 3 contact times: 5, 10 and 15 min at a coagulation speed of 100 RPM and a flocculation time of 20 min at 50 RPM. Then I analyzed the pH, turbidity, conductivity and TDS, obtaining a removal percentage of 96.98% in turbidity, 44.4% in conductivity and 44.4% in TDS, respectively (20 ppm in 15 min), since it decreased in turbidity from 1000 NTU to 30.2 NTU, in conductivity from 2878 $\mu\text{S}/\text{cm}$ to 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$ and in TDS from 1878 ppm to 800 ppm. Instead, the pH increased by 3.98% compared to the initial, from 7.5 to 7.78; however, it remains within the range established by the Environmental Quality Standards (ECA). Thus we conclude that the concentration and contact time of the coagulant in question have an effect on the removal of organic matter.

Keywords: removal, coagulant, San Pedro cactus, concentration, contact time

I. INTRODUCCION

Se conoce que el agua es fundamental e insustituible para el desarrollo de todo el mundo. Sin embargo, a lo largo del tiempo la calidad de este recurso hídrico ha ido menguando lamentablemente por el mal uso que le ha dado el hombre. Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA), el río Reque situado en Lambayeque, está afectado por diferentes tipos de residuos: mineros, municipales, domésticos, etc. Sin embargo, el agua de este río es usado específicamente para riego en agricultura, abastece a la Planta de t agua Potable del departamento Lambayeque. (Samillán, 2014).

La coagulación y floculación son procesos utilizados para tratar las aguas, consiste en añadir coagulantes químicos a las aguas con el objetivo de desestabilizar las partículas coloidales las cuales a través de la agregación formaran grandes flóculos. (Sciban et al., 2009). En varias partes del mundo, las sales de hierro y aluminio son usadas con mucha frecuencia como coagulantes químicos (convencionales) en procesos de purificación de agua. No obstante, hay muchos estudios científicos que ponen en tela de juicio la introducción del aluminio en el medio ambiente, debido a que se ha reportado que puede inducir a la enfermedad de alzheimer a causa de sus propiedades carcinogénicas (Buzzi, 1992; Díaz et al., 1999; Ndabigengesere et al., 1998; Okuda et al., 1999). El objetivo general es determinar el efecto del Cactus de San Pedro (*Echinopsis Pachanoi*), a una determinada concentración y tiempo de contacto para remover la materia orgánica del río Reque. Por lo cual en la presente tesis se plantean como objetivos específicos: Determinar el porcentaje de DBO5, porcentaje de remoción de turbidez, de conductividad, de sólidos disueltos tales del agua del río Reque y determinar el nivel de pH del agua del río Reque.

Las altas dosis de coagulantes metálicos pueden llegar a causar toxicidad. Hay que agregar el precio elevado en el mercado de estos productos ya que son especializados y de alta demanda comercial. Aquí nace la importancia de vernos

obligados a buscar coagulantes cuyas fuentes sean naturales y de costo más accesible. Por tal motivo en este trabajo es importante evaluar el efecto de la concentración y el tiempo de contacto del Cactus San Pedro (*Echinopsis pachanoi*), en la remoción de materia orgánica del río Reque. Después de analizar los resultados concluimos que tanto la concentración como el tiempo de contacto del coagulante del cactus San Pedro (*Echinopsis pachanoi*) tienen efecto significativo en la remoción materia orgánica.

II. ANTECEDENTES Y BASES TEÓRICAS

ANTECEDENTES

(**Broncano y Rosario ,2017**) demostraron que con el almidón de mashua y cáscara de papa solo hay remoción de turbidez en el agua del río Lullán mas no en los sólidos disueltos totales ni color

(**Alva, 2018**), concluyó que el uso del *Echinopsis Pachanoi* (cactus San Pedro) como coadyuvante coagulante redujo la dosis óptima de sulfato de aluminio, de 14% a 23%, mostrando la mayor reducción (de 26 mg/l a 20 mg/l) en muestras de 30 NTU y el nivel más bajo (de 42 mg/l a 36 mg/l) en muestra de 303 NTU. Los resultados mostraron un aumento en la velocidad de sedimentación al usar este coagulante natural en comparación con el sulfato de aluminio.

(**Choque, Choque, Solano y Ramos, 2018**), indicaron que al comparar la capacidad floculante de tres tipos de Cactáceas (*Neoraimondia arequipensis*, *Echinopsis pachanoi* y *Opuntia ficus*) en el tratamiento de agua residual artificial obtuvieron que la *Echinopsis p.* presenta mejores resultados para la Actividad Floculante y % de Remoción.

(**Coronado, 2018**) estudió el Agave y el Aloe vera para determinar su eficiencia en la remoción de materia orgánica en las aguas del rio Lurín; las cuales exceden los niveles establecidos por los ECAS. Comparó las concentraciones de: Agave (0,6 g/L), Aloe vera (0,7 g/L), Agave + Aloe vera (0,8 g/L). Concluyó que el Agave en dosis de 0.6 g/L es el más eficiente en reducir la materia orgánica, seguido por el Aloe vera y finalmente la combinación de (Agave + Aloe vera).

(**Diestra y Paredes, 2019**), concluyó que el gel Aloe vera (Sábila) es una alternativa para la remoción de materia orgánica y sólidos suspendidos en aguas residuales municipales que logran cumplir con estos parámetros según los límites

máximos permisibles para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales establecidos en el Decreto supremo N ° 003 – 2010 – MINAM.

(**Morales, 2019**), determinó la potencia del mucílago de sábila como coagulante natural para remover la turbidez utilizando solo dosis pequeñas de coagulante natural (concentración de mucílago 1.8 g/L)

(**Escobal, 2020**), estudió a la *Armatocereus rauhii* y *Espositoa mirabilis* R y determinó su eficiencia en la remoción de sólidos suspendidos totales (SST) y disminuyendo la turbiedad en el agua para consumo humano en Balzas – Amazonas. Además, la conductividad eléctrica se incrementa significativamente para ambas especies y en los análisis el pH disminuye de 8,33 en un rango de 7,34 a 6,72.

BASE TEÓRICA

2.1. Turbidez.

Es una propiedad del agua que nos da una medida del grado de concentración de partículas que se encuentran en suspensión en el agua. Las unidades representadas para medir la turbidez son NTU. Según la organización mundial de la salud (OMS) para consumo humano no debe superar 5 NTU. Se han descrito sustancias que influyen: fitoplancton, sedimentos, algas descargas de efluentes. Existen consecuencias de una alta turbidez debido a que las partículas que se están suspendidas en el agua absorben calor de la luz solar, lo que da como resultado el aumento de temperatura de las aguas turbias por ende disminuye la concentración de oxígeno del agua y volviéndose no habitable para algunos organismos que no logran sobrevivir en aguas con temperatura más elevada. Otra consecuencia es que se disminuye la fotosíntesis entre plantas y algas debido a que la turbidez dispersa la luz con lo cual disminuye aún más la concentración de oxígeno. (Lenntech, 2019)

2.2. Coagulación

Consiste en agregar sustancias químicas (coagulantes) al agua que se va a tratar para desestabilizar las partículas coloidales, precipitar y agrupar los sólidos suspendidos, formando partículas de mayor tamaño (flocs) y facilitando de esta manera su extracción lo que trae como resultado, reducción de la turbidez, el color y también las bacterias. Existen coagulantes químicos convencionales, pero tienen la desventaja de que son más costosos y además producen grandes volúmenes de lodo y la afectación significativa del pH del agua que se está tratando.

Dentro de los coagulantes convencionales, el sulfato de aluminio es el más utilizado, tiene buenos resultados respecto a remover contaminantes lamentablemente el impacto no es tan bueno ni en la economía ni en el medioambiente.

Desde hace miles de años existe la data de la utilización de coagulantes naturales extraídos de plantas, y hasta la actualidad se continúan realizando estudios que nos permiten identificar la elevada potencia de diversas plantas que nos pueden servir para este propósito anulando así las desventajas de los coagulantes convencionales.

En el reino vegetal, las cactáceas abundan en el Perú, se encuentran a cualquier altitud y en múltiples variedades. En muchas partes del mundo se utilizan las cactáceas por sus diferentes propiedades, una de las cuales es actuar como clarificador de agua.

El *Echinopsis Pachanoi*, conocido de forma común con el nombre de “San Pedro” es una cactácea que presenta propiedades coagulantes y es la cactácea a la que se hace referencia en la tesis. (Choque-Quispe, Solano-Reynoso, Ramos-Pacheco 2018, p. 299)

2.3. Agentes coagulantes

Son sustancias químicas que se introducen en el agua que va a ser tratada con el fin de desestabilizar las partículas coloidales, las cuales forman flóculos y finalmente sedimentan.

- a) **Coagulantes convencionales:** También llamados sintéticos, son los que más se utilizan para tratar las aguas, están compuestos a base de aluminio o hierro.

Tabla 1

Coagulantes convencionales

Nombre y fórmula	Nombre común	Densidad Kg/m3	Solubilidad Kg/m3
Sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	Alumbre	609 - 721	303
Cloruro férrico $FeCl_2$	Cloruro de Hierro	1009	Total
Silicato de sodio Na_2SiO_3	Vidrio líquido	-	Completa
Bentonita	Arcilla coloidal	961	Insoluble
Hidróxido de calcio $Ca(OH)_2$	Cal apagada	320 - 801	Pobre
Polímero catiónico	Varios	1041 - 1201	Completa
Polímero aniónico	Varios	705 - 737	-

Nota: Adaptado de “*Dosificación de coagulantes y floculantes para la remoción de sedimentos del agua en el embalse Cuchoquesera, Ayacucho.*” por J. Charapaqui 2019

- b) **Coagulantes naturales.** Son compuestos de múltiples polímeros que tienen carácter iónico (cationes, aniones) o no iónico. Mayormente son carbohidratos

y proteínas. Las ventajas respecto a los convencionales son: remueve la turbiedad, la materia orgánica, eliminan sustancias que producen olor, color y sabor, eliminan patógenos, destruyen algas; y lo más importante que no afectan al ecosistema.

Tabla 2

Coagulantes naturales

Coagulante	% Remoción de Turbidez	Referencia
Mucílago Cactus <i>Opuntia Wentiana</i>	41,47 – 94,84	(Parra et al., 2011)
Mucílago del cactus <i>Stenocereus griseus</i>	14,5 - 80,42	(Fuentes S et al, 2011)
Mucílago de <i>fenogreco</i>	40 – 95	(Yin, 2010)

Nota: Recuperado de “Evaluación de coagulantes naturales en la clarificación de aguas.” por Barreto, S et al, 2020

2.4.Cactus San Pedro (*Echinopsis pachanoi*).

Composición química.

Está compuesto por alcaloides, de los cuales el 87 % lo conforma la mescalina, hay otros: lophophina, hordenina, 3-4-dimetoxi-betfeniletamina, lobivina, 3,4-dimetoxifeniletamina, tiramina ,3-metoxitiramina, 3, 3-4-dimetoxi-4-hidroxi-beta-feniletamina, esteroides, mucílagos, etc. Los mucílagos son los que le dan la propiedad coagulante, éstos forman redes de moléculas que retienen gran cantidad de agua, es una sustancia compleja a base de polímeros de naturaleza glucídica, estructuralmente ramificada.

Descripción botánica.

En algunos lugares del Perú al *Echinopsis pachanoi*, se le conoce de nombre común “San Pedro”, se desconoce que guarde relación con las conocidas Puyas de Raimondi (Choque-Quispe, Solano-Reynoso, Ramos-Pacheco 2018, p.299)

Planta arbórea, 6 metros de altura, numerosas ramas color azul-verdoso, costillas (4) 6 a 8, redondeadas y anchas, tiene una ranura transversal en las areolas, espinas pequeñas, las cuales pueden estar o no presentes.

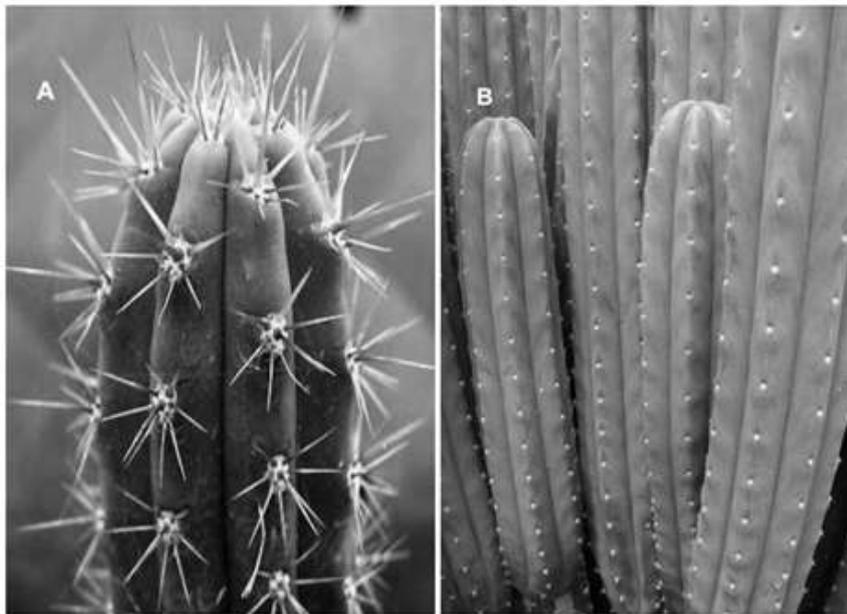


Figura 1. Diferencia entre cactus San Pedro macho y San Pedro hembra

Nota. Imagen tomada de <https://www.minam.gob.pe/>

2.5. Usos de cactus San Pedro.

Esta planta cuenta con múltiples usos: medicinal, artesanías, ornamentos, rituales de tradición folclórica, depurador hídrico (coagulante natural), que es este último el que me interesa en mi proyecto.

El cactus San Pedro se puede encontrar en cualquier mercado de plantas medicinal, sobre todo en la costa norte del Perú.



Figura 2. Otros usos del cactus San Pedro.

2.6. Floculación

Consiste en agitar la masa que se formó en la coagulación para que crezcan y se aglomeren los flóculos; aumenten tanto en tamaño como en peso y sedimenten fácilmente. (Andía, 2000, p. 33).

2.7. Concentración

Es la cantidad de soluto que se encuentra en una determinada cantidad de solvente o de solución. Se expresa en unidades fisicoquímicas de concentración (Rodríguez, 2017, p.9)

2.8. Tiempo de contacto

Es el período de tiempo que una sustancia se mantiene en contacto directo con un agente de tratamiento. Un término de la técnica que se refiere al tiempo que el agua está expuesta a un desinfectante. (Moreno, 2016, p. 11) por ejemplo, el tiempo de contacto en que interactúa el coagulante de cactus San Pedro y el agua a tratar.

2.9. Demanda biológica de oxígeno (DBO5)

Es la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer la materia orgánica y biodegradable, que se encuentra en el agua.

La medida de la DBO5 en las muestras de agua indica la cantidad de oxígeno que las bacterias van a consumir u oxidar en un tiempo de incubación de 5 días a 20 °C de temperatura. Se expresa en miligramos de oxígeno disuelto por litro (mg O₂/L).

2.10. pH

Mide la concentración de hidrogeniones (H⁺) definiendo la acidez o alcalinidad de una solución. Sus valores oscilan en el rango de 0 a 14, si el valor es menor a 7, la solución es ácida, si es mayor a 7 es básica y si es igual a 7 es neutra.

2.11. Conductividad

Se refiere a la conductividad eléctrica, la cual se relaciona con los sólidos disueltos totales, los cuales tienen una relación directamente proporcional (Moreno 2017). En el 2008 Campos estableció que el emplear coagulantes naturales para tratar aguas, aumentan los valores de conductividad ya que estos contienen polímeros que aumentan la carga iónica del agua.

2.12. Sólidos totales disueltos (SDT)

En el 2013, Vásquez refiere que los SDT son la sumatoria de: iones disueltos, minerales, metales, sales, sólidos en suspensión en el agua y cualquier partícula presente que no sea la molécula de agua pura (H₂O). En el caso de los cactus, el aumento de los SDT es por las sustancias orgánicas e inorgánicas que se encuentran en su estructura, así mismo en el 2018, Choque refiere que los coagulantes naturales San Pedro y la tuna presentan mayor contenido de proteínas y sacarosa, por tanto, aumentan los SDT.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 Descripción del área de estudio.

Se realizó con las aguas del río Reque, Chiclayo de la ciudad de Lambayeque



Figura 3. Imagen del río Reque

Nota. Recuperado de google maps



Figura 4. Imagen del puente del río Reque

Nota. Recuperado de google maps

3.2. Localización del área de estudio.

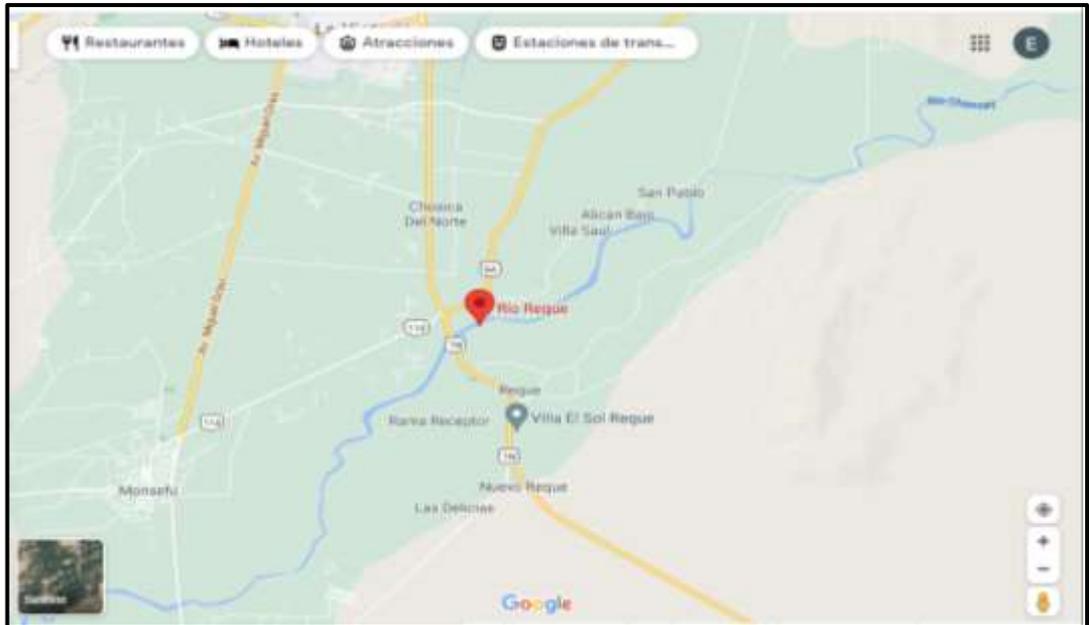


Figura 5 . Ubicación geográfica del río Reque

Nota. Recuperado de google maps



Figura 6. Río Reque – Chiclayo -Lambayeque

Nota. Recuperado de google maps

3.3. Tipo de estudio

Fue experimental. Se desarrolló en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo-Lambayeque.

Población y muestra

Población

Estuvo conformada por las aguas del río Reque de la región Lambayeque

Muestra

Estuvo constituida por 5 litros de agua del río Reque (cuya muestra será tomada del agua que está debajo del puente del río Reque a 150 cm aproximadamente) en botellas de plástico con tapa rosca de 1 litro cada una. De esta muestra, 200 ml serán utilizados para cada experimento.

Unidad de análisis:

La unidad para análisis en el laboratorio fue 4 L de agua agregando el coagulante, usando los agitadores y 1 L para análisis iniciales.



Figura 7. Toma de muestra de agua del Río Reque



Figura 8. Pasos de toma de muestras del agua de río Reque

Nota: Lo mismo se realizó para todas las muestras y a medida que se tomaban fueron guardadas en cooler y rotuladas.

Variables independientes

Coagulante extraído del cactus San Pedro en el cual comprenden las siguientes variables.

- Concentración del coagulante del cactus San Pedro.
- Tiempo de contacto.

Variables dependientes

Materia orgánica del Río Reque en la cual se tiene:

- DBO5.
- Turbidez.
- pH.
- Sólidos disueltos totales.
- Conductividad.

Tabla 3

ECA para aguas que pueden ser potabilizadas por tratamiento convencional

Parámetro	Unidad de medida	ECA
DBO5	mgO ₂ /L	5
pH	pH	5,5- 9
Turbidez	NTU	100
Conductividad	μS/cm	1600
SDT	ppm	1000

Fuente: Elaboración propia

Adaptado de: Normas que aprueban estándares de calidad ambiental, (2017)

Tabla 4
ECA para riego de vegetales

Parámetro	Unidad de medida	ECA
DBO5	mgO ₂ /L	15
pH	pH	6,5- 8,5
Turbidez	NTU	***
Conductividad	μS/cm	2500
SDT	ppm	***

Fuente: Elaboración propia

Adaptado de: Normas que aprueban los estándares de calidad del agua, (2017)

Tabla 5
Variables Independientes

Variables independientes	Unidad de medida	Valor
Concentración	ppm	20
	ppm	40
	ppm	60
	min	5
Tiempo de contacto	min	10
	min	15

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Diseño factorial

El diseño de la investigación fue factorial.

Las mejores condiciones para el efecto de la concentración del coagulante Cactus San Pedro se determinaron usando un diseño factorial 3x3=9. El porcentaje de remoción fue estudiado mediante la variación de 2 variables (concentración y tiempo de contacto_{dbo5}), como se muestra:

	T1	T2	T3
C1	C1T1	C1T2	C1T3
C2	C2T1	C2T2	C2T3
C3	C3T1	C3T2	C3T3
Donde:			
C1: 20 ppm		T1: 5 min	
C2: 40 ppm		T2: 10 min	
C3: 60 ppm		T3: 15 min	

Tabla 6

Diseño factorial

Número de muestras	Variables independientes	
	Concentración de coagulante (mg/L)	Tiempo de contacto (min)
1	20	5
2	20	10
3	20	15
4	40	5
5	40	10
6	40	15
7	60	5
8	60	10
9	60	15

Fuente: Elaboración propia

Inicialmente se realizó un análisis del litro de agua tomado del río Reque (DBO5, turbidez, pH, conductividad y sólidos disueltos totales) sin agregar el coagulante de cactus San Pedro.

Se procedió a la extracción del coagulante de Cactus San Pedro (*Echinopsis Pachanoi*), para luego preparar las soluciones del mismo a 20 ppm, 40 ppm y 60 ppm.

Finalmente, a cada muestra de agua restante se le analizó (la turbidez, pH, conductividad y sólidos disueltos totales); pero esta vez agregando el coagulante extraído previamente, para así determinar el efecto de la concentración del coagulante y el tiempo de contacto.

Proceso en el laboratorio

Se preparó a las 9 muestras de 200 mL con diferentes concentraciones de coagulante: 3 de 20 ppm, 3 de 40 ppm y 3 de 60 ppm

A las 9 muestras mencionadas en el paso anterior, se les agrupó de la siguiente manera: a 3 de ellas se les añade 0,4 g de coagulante, las otras tres 0.8 g cada una y las últimas 1,2 g de coagulante.

Esta operación se realizó dos veces utilizando un volumen de 200 mL. en cada una.

Luego se agitó a 100 RPM una muestra de concentración diferente ya que esta velocidad fue descrita como óptima por: Contreras y Gutiérrez en el (2015) y Moreno en el (2016).

Los tiempos de coagulación que se tomaron en esta investigación fueron de 5, 10 y 15 min. Luego se disminuyó a 50 RPM durante 20 minutos para dar paso a la floculación.

Por último, se evaluó el efecto del coagulante analizando en cada muestra: pH, turbidez, conductividad y sólidos disueltos totales.

3.5. Técnicas, instrumentos, equipos y materiales

Técnicas.

- Observación.
- procedimiento experimental.

Materiales usados para la toma de muestra.

- Botellas de plástico con tapa rosca de 1 L.
- Guantes de látex.
- Cooler.
- Cámara fotográfica.
- Guardapolvo.
- Mascarilla facial.
- Botas.
- Cuaderno de apuntes.
- Cronómetro.
- Rótulos.

Equipos, materiales y reactivos para el laboratorio.

Equipos:

- Turbidímetro.
- Oxímetro.
- Conductímetro.
- pH – metro.
- Agitador magnético.
- Mortero.
- Balanza analítica.
- Estufa.
- Licuadora.
- Embudo de decantación.

- Soporte universal.

Materiales:

- Cuchillos.
- Bagueta de vidrio.
- Espátula.
- Pipetas.
- Probeta de vidrio de 50 y 100 mL.
- Vasos de precipitado de 50, 250 y 500 mL.
- Frascos de vidrio con tapa.
- Pinza metálica.
- Mallas de 300 y 1000 micras.
- Embudo.
- Bombilla.
- Bolsas de polipropileno.

Reactivos:

- Mucílago de cactus San Pedro.
- Alcohol etílico 96 °.
- Agua destilada.

Extracción del coagulante cactus San Pedro

Se compró cactus San Pedro (*Echinopsis pachanoi*) del huerto de poblador del distrito Llapa – San Miguel de Cajamarca, cada cactus de 80 cm aprox. cada uno.



Figura 9. Cactus San Pedro en Huerto donde se compró.

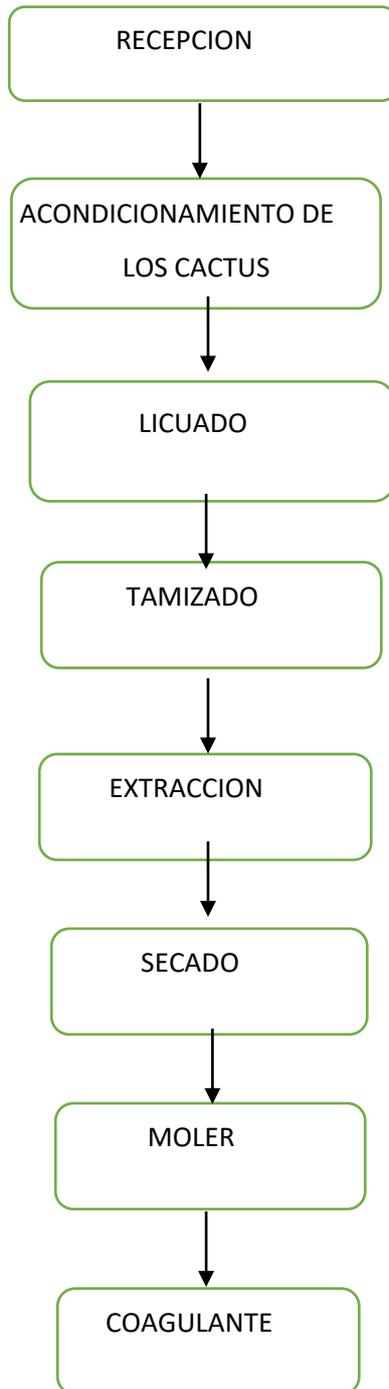


Figura 10. Diagrama de flujo de obtención del coagulante cactus San Pedro

Proceso de extracción del coagulante cactus San Pedro en el laboratorio

Para la extracción del coagulante cactus San Pedro se siguió el método propuesto por (Choque, D & et al) en el artículo: Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua.

Se recolectaron muestras del cactus San Pedro, a las que se les retiró todas las espinas, luego se cortaron en pequeños trozos, se le agregó agua destilada relación 1:1 y se licuó a alta velocidad. Posteriormente en una malla de 1000 micras, se tamizó, obteniendo el mucílago. Después se realizó una extracción líquido - líquido del mucílago, con etanol al 96%, en relación 1:2 de mucílago y solvente. Para terminar, se secó el precipitado en la estufa, dicha muestra seca se molió muy fino, dando como resultado un polvo muy fino de coagulante.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

RESULTADOS

4.1. Características de muestra inicial del agua del río Reque sin agregar coagulante

Tabla 7

Parámetros sin agregar coagulante.

Parámetro	Valor
pH	7.50
Turbidez	1000 NTU
DBO5	5 mgO ₂ /L
Conductividad	2878 μS/cm
Sólidos disueltos totales	1438 ppm

Nota. En esta tabla se puede observar que la turbidez, conductividad y sólidos disueltos totales están por encima a lo que establecen los ECA, notándose así que el agua no es apta ni para regadío de vegetales ni tampoco para producción de agua potable.

4.2. Características del agua del río Reque agregando coagulante

a) Análisis en las 9 primeras muestras de 200 mL cada una

Tabla 8

Muestra 1 en 5 min y concentración de 20 ppm

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	20 ppm	5 min	7.68
Turbidez	20 ppm	5 min	34.2 NTU
Conductividad	20 ppm	5 min	1670 μS/cm
Sólidos disueltos totales	20 ppm	5 min	801 ppm

Tabla 9

Muestra 2 en 10 min y concentración de 20 ppm

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	20 ppm	10 min	7.58
Turbidez	20 ppm	10 min	32.2 NTU
Conductividad	20 ppm	10 min	1660 μS/cm
Sólidos disueltos totales	20 ppm	10 min	800 ppm

Tabla 10

Muestra 3 en 15 min y concentración de 20 ppm

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	20 ppm	15 min	7.48
Turbidez	20 ppm	15 min	30.2 NTU
Conductividad	20 ppm	15 min	1750 μS/cm
Sólidos disueltos totales	20 ppm	15 min	809 ppm

Tabla 11*Muestra 4 en 5 min y concentración de 40 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	40 ppm	5 min	7.75
Turbidez	40 ppm	5 min	41.9 NTU
Conductividad	40 ppm	5 min	1827 μS/cm
Sólidos disueltos totales	40 ppm	5 min	919 ppm

Tabla 12*Muestra 5 en 10 min y concentración de 40 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
T pH	40 ppm	10 min	7.73
a Turbidez	40 ppm	10 min	40.9 NTU
l Conductividad	40 ppm	10 min	1616 μS/cm
a Sólidos disueltos totales	40 ppm	10 min	917 ppm
1			
3			

Tabla 13*Muestra 6 en 15 min y concentración de 40 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	40 ppm	15 min	7.71
Turbidez	40 ppm	15 min	39.9 NTU
Conductividad	40 ppm	15 min	1625 μS/cm
Sólidos disueltos totales	40 ppm	15 min	915 ppm

Tabla 14*Muestra 7 en 5 min y concentración de 60 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	60 ppm	5 min	7.80
Turbidez	60 ppm	5 min	52 NTU
Conductividad	60 ppm	5 min	1600 μS/cm
Sólidos disueltos totales	60 ppm	5 min	937 ppm

Tabla 15*Muestra 8 en 10 min concentración de 60 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	60 ppm	10 min	7.78
Turbidez	60 ppm	10 min	50 NTU
Conductividad	60 ppm	10 min	1630 μS/cm
Sólidos disueltos totales	60 ppm	10 min	1000 ppm

Tabla 16*Muestra 9 en 15 min y concentración de 60 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	60 ppm	15 min	7.76
Turbidez	60 ppm	15 min	48 NTU
Conductividad	60 ppm	15 min	1740 μS/cm
Sólidos disueltos totales	60 ppm	15 min	985 ppm

b) Análisis en las 9 muestras siguientes, igual de 200 mL cada una

Tabla 17

Muestra 10 en 5 min y concentración de 20 ppm

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	20 ppm	5 min	7.88
Turbidez	20 ppm	5 min	43.7 NTU
Conductividad	20 ppm	5 min	1671 μS/cm
Sólidos totales disueltos	20 ppm	5 min	822 ppm

Tabla 18

Muestra 11 en 10 min y concentración de 20 ppm

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	20 ppm	10 min	7.90
Turbidez	20 ppm	10 min	44.3NTU
Conductividad	20 ppm	10 min	1651 μS/cm
Sólidos disueltos totales	20 ppm	10 min	810 ppm

Tabla 19

Muestra 12 en 15 min y concentración de 20 ppm

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	20 ppm	15 min	7.92
Turbidez	20 ppm	15 min	42.7 NTU
Conductividad	20 ppm	15 min	1755 μS/cm
Sólidos disueltos totales	20 ppm	15 min	828 ppm

Tabla 20*Muestra 13 en 5 min y concentración de 40 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	40 ppm	5 min	7.84
Turbidez	40 ppm	5 min	48.4 NTU
Conductividad	40 ppm	5 min	1835 μ S/cm
Sólidos disueltos totales	40 ppm	5 min	867 ppm

Tabla 21*Muestra 14 en 10 min y concentración de 40 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	40 ppm	10 min	7.82
Turbidez	40 ppm	10 min	46.4 NTU
Conductividad	40 ppm	10 min	1614 μ S/cm
Sólidos disueltos totales	40 ppm	10 min	873 ppm

Tabla 22*Muestra 15 en 15 min y concentración de 40 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	40 ppm	15 min	7.80
Turbidez	40 ppm	15 min	44.4 NTU
Conductividad	40 ppm	15 min	1627 μ S/cm
Sólidos disueltos totales	40 ppm	15 min	876 ppm

Tabla 23*Muestra 16 en 5 min y concentración de 60 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	60 ppm	5 min	7.97
Turbidez	60 ppm	5 min	53.9 NTU
Conductividad	60 ppm	5 min	1600 μ S/cm
Sólidos disueltos totales	60 ppm	5 min	992 ppm

Tabla 24*Muestra 17 en 10 min y concentración de 60 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	60 ppm	10 min	7.90
Turbidez	60 ppm	10 min	47.7 NTU
Conductividad	60 ppm	10 min	1620 μ S/cm
Sólidos disueltos totales	60 ppm	10 min	1000 ppm

Tabla 25*Muestra 18 en 15 min y concentración de 60 ppm*

Parámetro	Concentración	Tiempo de contacto	Valor
pH	60 ppm	15 min	7.68
Turbidez	60 ppm	15 min	84.4 NTU
Conductividad	60 ppm	15 min	1751 μ S/cm
Sólidos disueltos totales	60 ppm	15 min	991 ppm

4.3. Capacidad de remoción de la materia orgánica del río Reque mediante el coagulante del Cactus San Pedro por efecto de la concentración y tiempo de contacto.

Evaluación del porcentaje de remoción (%R) de turbidez

Se determina según la ecuación:

$$\%R = \frac{\text{Turbidez inicial} - \text{Turbidez final}}{\text{Turbidez inicial}} * 100$$

A concentración de 20 ppm y en 5 min

$$\%R = [(1000 - 38.95) / 1000] * 100$$

$$\%R = 96.105$$

A concentración de 40 ppm y en 5 min

$$\%R = [(1000 - 45.15) / 1000] * 100$$

$$\%R = 95.485$$

A concentración de 60 ppm y en 5 min

$$\%R = [(1000 - 52.95) / 1000] * 100$$

$$\%R = 94.70$$

A concentración de 20 ppm y en 10 min

$$\%R = [(1000 - 38.25) / 1000] * 100$$

$$\%R = 96.175$$

A concentración de 40 ppm y en 10 min

$$\%R = [(1000 - 43.65) / 1000] * 100$$

$$\%R=95.635$$

A concentración de 60 ppm y en 10 min

$$\%R = [(1000- 48.95) / 1000]*100$$

$$\% R=95.115$$

A concentración de 20 ppm y en 15 min

$$\%R = [(1000- 36.45) / 1000]*100$$

$$\%R= 96.355$$

A concentración de 40 ppm y en 15 min

$$\%R = [(1000-42.15) /1000]*100$$

$$\%R=95.785$$

A concentración de 60 ppm y en 15 min

$$\%R= [(1000- 66.2) / 1000]*100$$

$$\% R=93.38$$

3.4. Porcentaje de incrementación del pH

$$I = (S - S_0) / S_0 \times 100$$

A concentración de 20 ppm en 5 min

$$\%I = [(7.78-7.50) /7.50]*100$$

$$\%I= 3.73$$

A concentración de 40 ppm en 5 min

$$\%I = (7.795-7.50) /7.50*100$$

$$\%I= 3.93$$

A concentración de 60 ppm en 5 min

$$\%I = (7.885-7.50) /7.50*100$$

$$\%I= 5.13$$

A concentración de 20 ppm en 10 min

$$\%I = (7.74-7.50) / 7.50 * 100$$

$$\%I = 3.2$$

A concentración de 40 ppm en 10 min

$$\%I = (7.775-7.50) / 7.50 * 100$$

$$\%I = 3.7$$

A concentración de 60 ppm en 10 min

$$\%I = (7.84-7.50) / 7.50 * 100$$

$$\%I = 7.84$$

A concentración de 20 ppm en 15 min

$$\%I = (7.7-7.50) / 7.50 * 100$$

$$\%I = 2.7$$

A concentración de 40 ppm en 15 min

$$\%I = (7.755-7.50) / 7.50 * 100$$

$$\%I = 3.4$$

A concentración de 60 ppm en 15 min

$$\%I = (7.72-7.50) / 7.50 * 100$$

$$\%I = 2.93$$

Evaluación del porcentaje de remoción de la conductividad

$$R = (S_0 - S) / S_0 \times 100$$

A concentración de 20 ppm a 5 min

$$\%R = [(2878-1670) / (2878)] * 100$$

$$\%R = 41,9$$

A concentración de 40 ppm en 5 min

$$\%R = [(2878-1827) / (2878)]*100$$

$$\%R= 36.5$$

A concentración de 60 ppm en 5 min

$$\%R = [(2878-1650) / (2878)]*100$$

$$\%R=42.7$$

A concentración de 20 ppm en 10 min

$$\%R = [(2878-1651) / (2878)]*100$$

$$\%R= 42.6$$

A concentración de 40 ppm en 10 min

$$\%R = [(2878-1616) / (2878)]*100$$

$$\%R= 43.8$$

A concentración de 60 ppm en 10 min

$$\%R = [(2878-1630) / (2878)]*100$$

$$\%R= 43.3$$

A concentración de 20 ppm en 15 min

$$\%R = (2878-1600) / (2878)]*100$$

$$\%R= 44.4$$

A concentración de 40 ppm en 15 min

$$\%R = [(2878-1625) / (2878)]*100$$

$$\%R= 43.5$$

A concentración de 60 ppm en 15 min

$$\%R = [(2878-1740) / (2878)]*100$$

$$\%R= 39.5$$

Evaluación del porcentaje de remoción de SDT

$$R = [(S_0 - S) / (S_0)] \times 100$$

A concentración de 20 ppm en 5 min

$$\%R = [(1438 - 801) / (1438)] \times 100$$

$$\%R = 44.2$$

A concentración de 40 ppm en 5 min

$$\%R = [(1438 - 919) / (1438)] \times 100$$

$$\%R = 36.1$$

A concentración de 60 ppm en 5 min

$$\%R = [(1438 - 992) / (1438)] \times 100$$

$$\%R = 31.02$$

A concentración de 20 ppm en 10 min

$$\%R = [(1438 - 810) / (1438)] \times 100$$

$$\%R = 43.7$$

A concentración de 40 ppm en 10 min

$$\%R = [(1438 - 917) / (1438)] \times 100$$

$$\%R = 36.2$$

A concentración de 60 ppm en 10 min

$$\%R = [(1438 - 1000) / (1438)] \times 100$$

$$\%R = 30.5$$

A concentración de 20 ppm en 15 min

$$\%R = [(1438 - 800) / (1438)] \times 100$$

$$\%R = 44.4$$

A concentración de 40 ppm en 15 min

$$\%R = [(1438-915) / (1438)] * 100$$

$$\%R = 36.4$$

A concentración de 60 ppm en 15 min

$$\%R = [(1438-985) / (1438)] * 100$$

$$\%R = 31.5$$

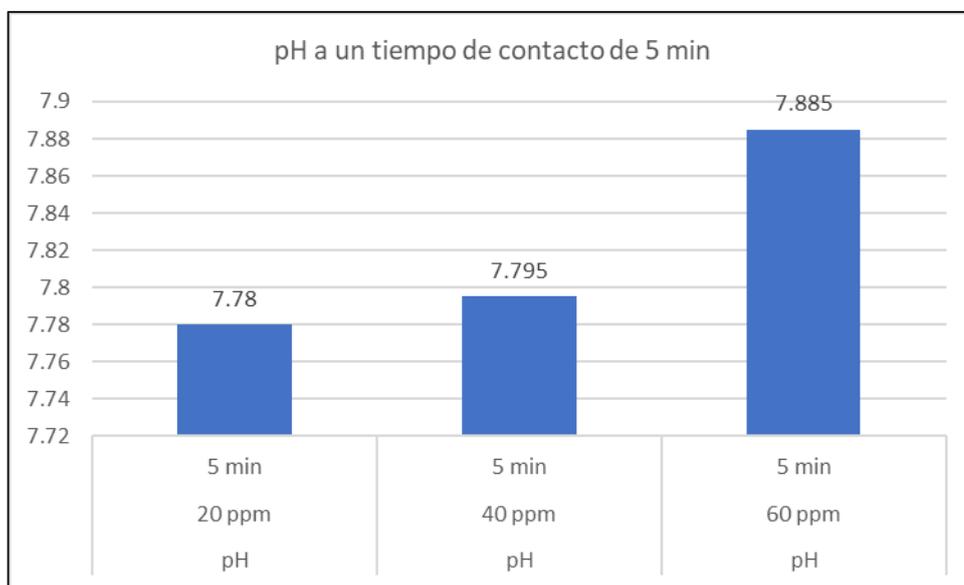


Figura 11. Valor de pH en un tiempo de 5 min y concentraciones de 20,40 y 60 ppm

En la figura 11 se analiza que el pH se incrementa a mayor concentración.

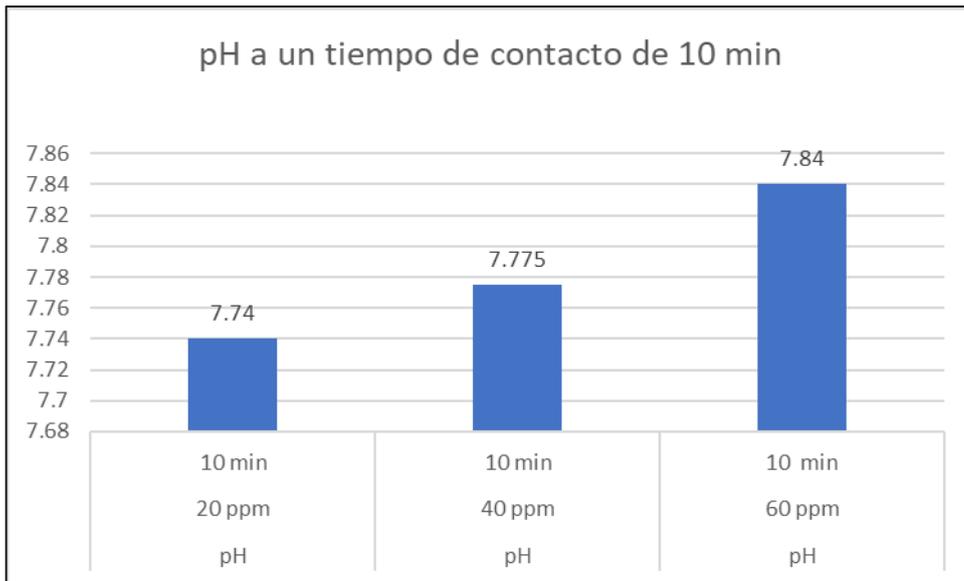


Figura 12. Valor de pH en un tiempo de 10 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm

En la figura 12 se muestra la variación del pH en 3 muestras en un tiempo de 10 min y en las concentraciones de 20, 40 y 60, (ppm) respectivamente.

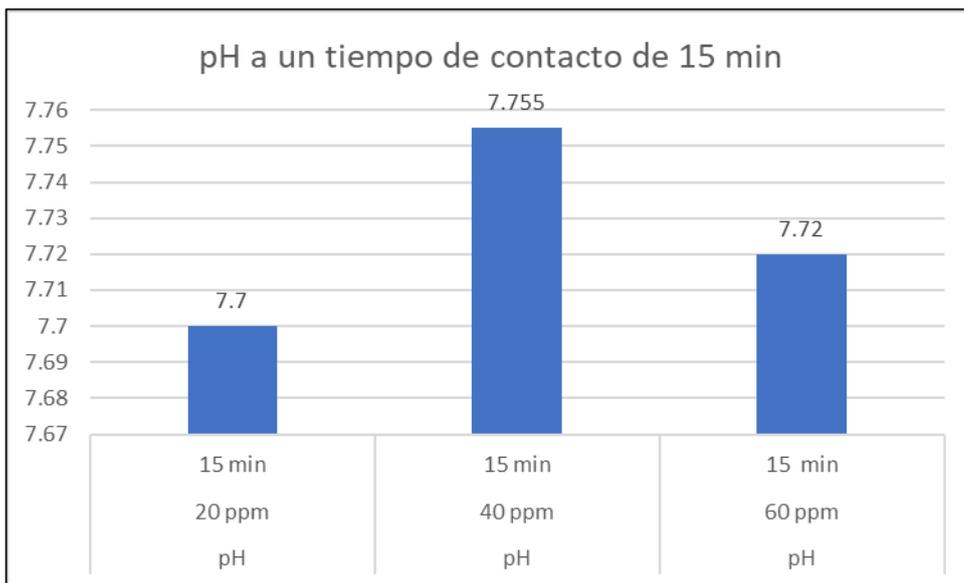


Figura 13. Valor de pH en un tiempo de 15 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm

En la figura 13 se nota que el mayor valor de pH fue a una concentración de 40 ppm y tiempo de 15 min.

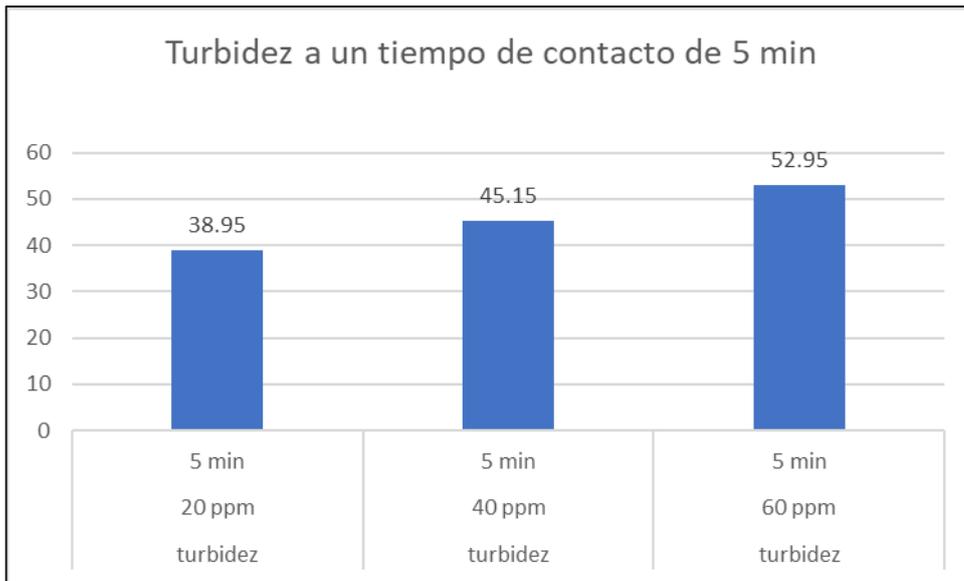


Figura 14. Valor de turbidez en un tiempo de 5 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm

En la figura 14 se aprecia que a medida que aumenta la concentración también incrementa la turbidez.



Figura 15. Valor de turbidez en un tiempo de 10 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm

En la figura 15 se evalúa que la turbidez tiene menor valor a concentración de 20 ppm y 10 min de tiempo de contacto.

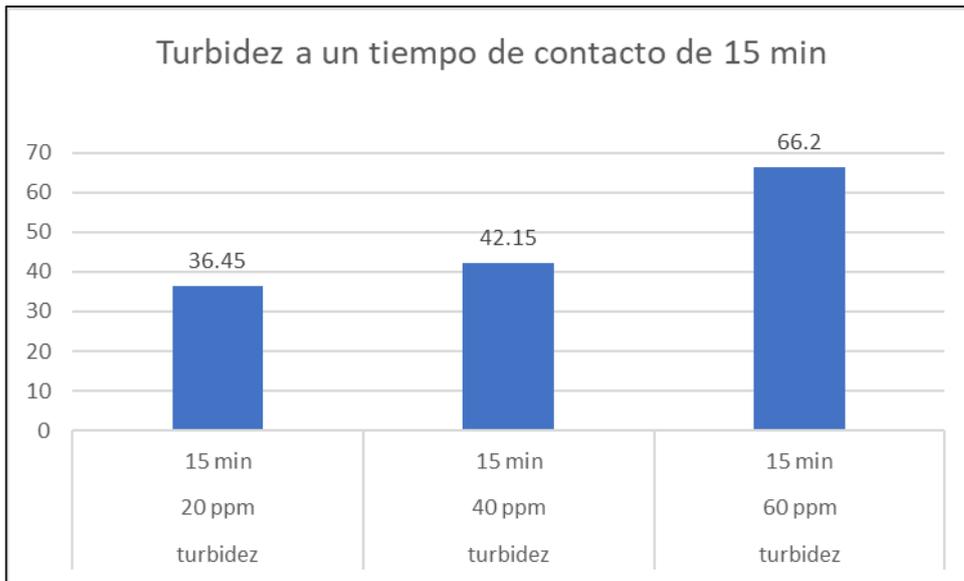


Figura 16. Valor de turbidez en un tiempo de 15 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm

En la figura 16 se identifica que a menor concentración, la turbidez tuvo mejor remoción.

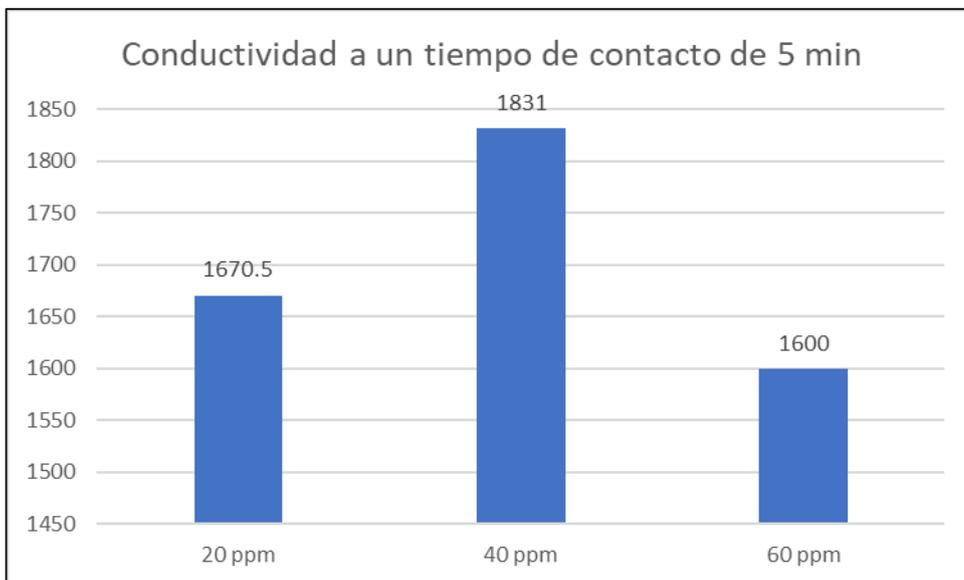


Figura 17. Valor de conductividad en un tiempo de 5 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm

En la figura 17 se muestra que la conductividad varía por efecto de la concentración y tiempo de contacto.

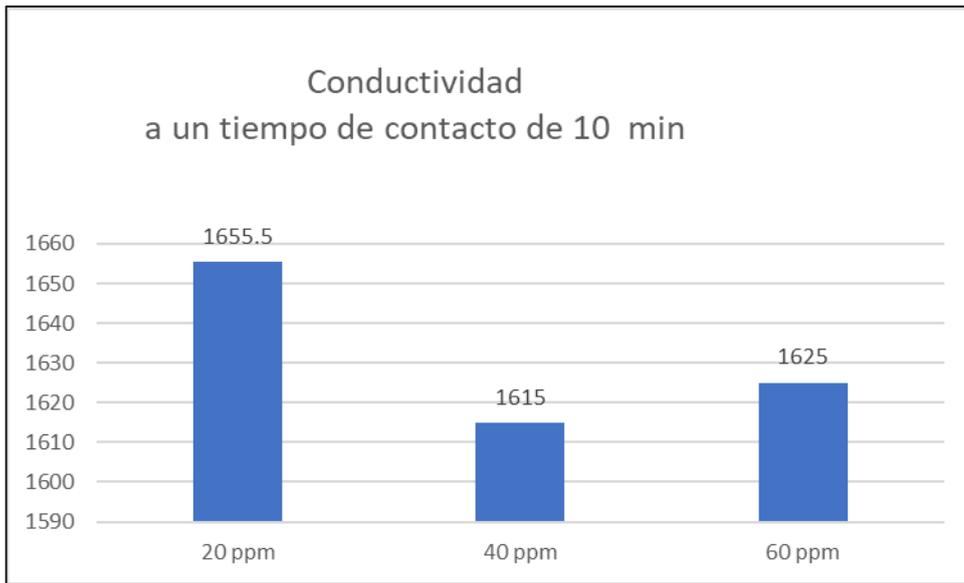


Figura 18. Valor de conductividad en un tiempo de 10 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm

En la figura 18 se valora que la conductividad aumenta cada vez que la concentración disminuye.

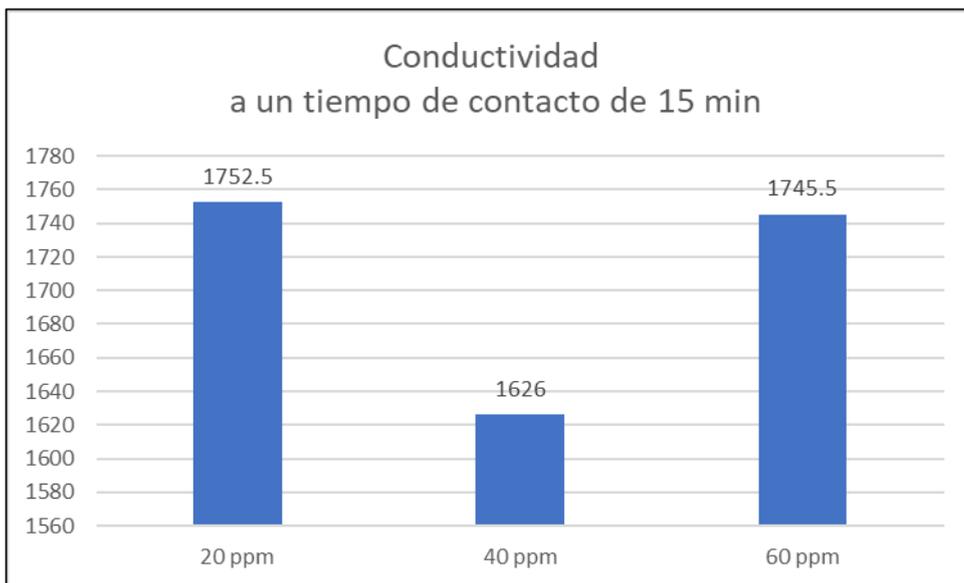


Figura 19. Valor de conductividad en un tiempo de 15 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm

En la figura 19 distinguimos que la mayor conductividad fue a la concentración de 20 ppm

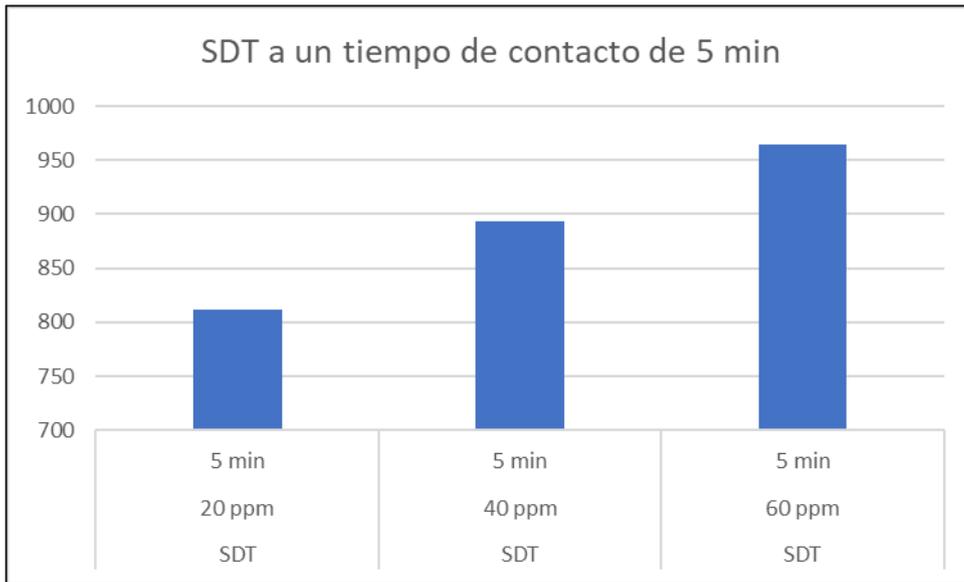


Figura 20. Valor de SDT en un tiempo de 5 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm

En la figura 20 se examina que a la concentración de 60 ppm se encontró mayor cantidad de SDT.

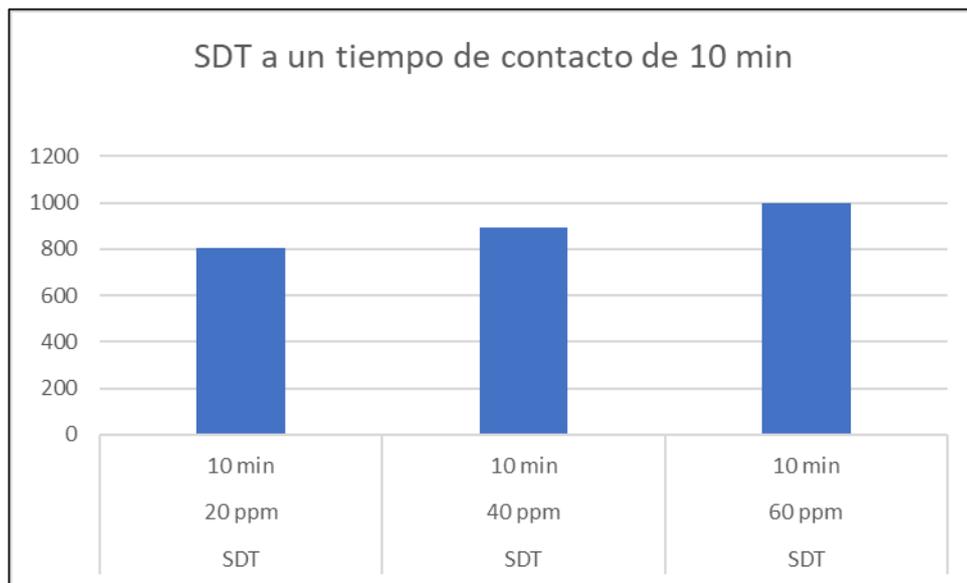


Figura 21. Valor de SDT en un tiempo de 10 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm

En la figura 21 se observa que la relación entre SDT y concentración es directamente proporcional.

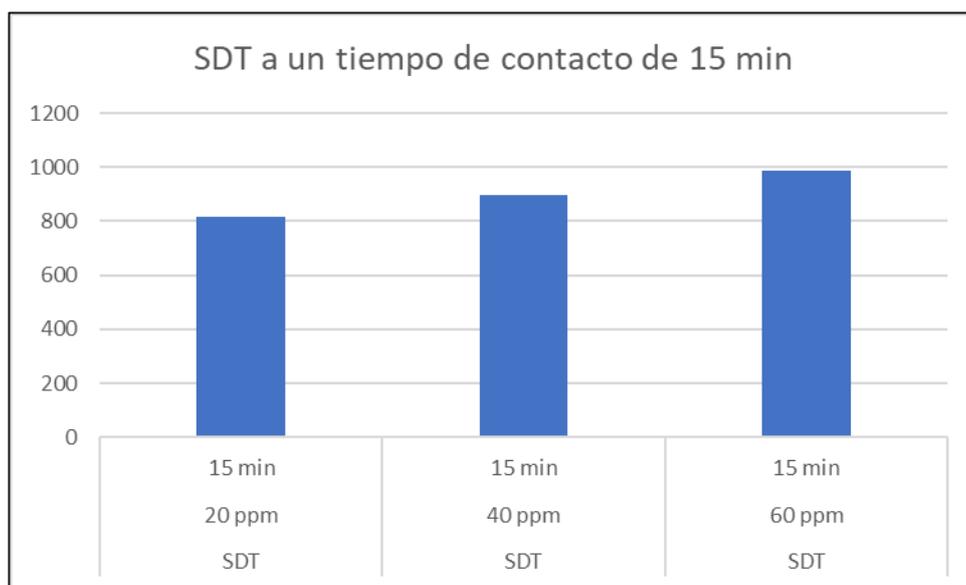


Figura 22. Valor de SDT en un tiempo de 15 min y concentraciones de 20, 40 y 60 ppm

En la figura 22 se valora el cambio significativo de los SDT; pero siempre dentro de lo permitido por los ECA.

DISCUSIÓN

Utilizando el cactus San Pedro como coagulante, el mayor porcentaje de remoción de turbidez que se alcanzó fue de 96.98% en 15 min de tiempo de contacto, agitando a 100 RPM y a 20 ppm de concentración de coagulante, mientras que (Diestra y Paredes, 2019), haciendo uso del gel Aloe vera (Sábila) obtienen los mejores resultados de remoción de turbidez a 3000 ppm en un tiempo de 25 minutos; logrando remover 88,49 % de turbidez. Con estos resultados se evidencia cuán importantes son la concentración del coagulante y su tiempo de contacto para la remoción de turbidez.

En el caso del cactus San Pedro según los resultados para lograr la remoción de turbidez se requiere una concentración de 20 ppm y 15 min de tiempo de contacto, obteniendo 30,2 NTU de turbidez final, en cambio si se trabaja a 40 ppm de

concentración en 15 min, aumenta la turbidez a 39,9 NTU y a 60 ppm en 15 min, la turbidez aumentó a 48 NTU.

En cuanto a la conductividad, fue 44,4 % el mayor porcentaje de remoción que se obtuvo a una concentración de 20 ppm y tiempo de contacto de 15 min. La disminución de conductividad se logra a 20 ppm y 15 min, dando una conductividad final de 1600 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sin embargo, si aumento la concentración a 40 ppm en 15 min, aumenta la conductividad a 1625 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y a 60 ppm en 15 min, la conductividad aumentó a 1740 $\mu\text{S}/\text{cm}$. En el estudio de Escobal (2020,) con las especies *armaceteus* y *espotosa mirabilis*, la conductividad eléctrica aumentó significativamente.

El mayor porcentaje de remoción de SDT fue de 44,4 % a una concentración de 20 ppm y tiempo de contacto de 15 min mientras que (Broncano y Rosario,2017) usando almidón de mashua y la cáscara de papa en polvo, este parámetro tendió a aumentar. La disminución de SDT con el cactus San Pedro se logra con 20 ppm de concentración y tiempo de contacto de 15 min, logrando 800 ppm de SDT finales., sin embargo, si aumento 40 ppm en 15 min, los SDT aumentan a 915 ppm y a 60 ppm en 15 min, los SDT aumentó a 985 ppm. El incremento del porcentaje de pH en esta investigación fue en 3.98 % respecto al inicial, de 7.5 a 7.78; sin embargo, se mantiene dentro de lo establecido por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se determinó que:

- La remoción de la turbidez fue hasta en 96.98 % (30.2 NTU, turbidez final) a una concentración de 20 ppm en 15 minutos.
- La remoción de conductividad fue hasta en 44, 4 % (1600 μ S/cm, conductividad final) a una concentración de 20 ppm en 15 min
- La remoción de SDT fue hasta en 44,3 % (828 ppm, SDT final) a una concentración de 20 ppm en 15 min
- El porcentaje de incremento del pH fue en 3.98 % respecto al inicial, de 7.5 a 7.78, sin embargo, se mantiene dentro de lo establecido por los (ECA).

Se recomienda:

- Analizar en el agua a tratar otros parámetros como DQO y SST
- Tomar las medidas necesarias para que se conserven las muestras hasta llegar al laboratorio.
- Evaluar el efecto de la concentración y tiempo de contacto del coagulante sobre DQO y SST
- Evaluar el efecto de la velocidad de agitación del coagulante en la remoción de materia orgánica del agua a tratar.
- Utilizar otro tipo de método de extracción del coagulante y hacer un análisis minucioso del mismo.
- Combinar el coagulante de cactus San Pedro con uno metálico en menor proporción, para obtener mejores resultados.
- Evaluar los parámetros a menores concentraciones de coagulante de las que se hizo en esta investigación, así mismo dejar actuar el coagulante mucho más tiempo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alva, L. (2019). *Uso del Echinopsis Pachanoi como ayudante de coagulación en el tratamiento de agua para consumo humano*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería).

<http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/14796>

Aguirre, y et al. (2018). *Sustancias Naturales: Alternativa para el Tratamiento de Agua del Río Magdalena en Palermo, Colombia*. (Información tecnológica) Universidad del Magdalena, Santa Marta, Colombia.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300059>

Broncano y Rosario. (2017) *Eficiencia del Tropaeolum Tuberosum y la cáscara de Solanum Tuberosum como coagulante para la remoción de turbiedad, color y sólidos disueltos, en el río Lullán*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo).

<http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1976>

Coronado, F. (2018). *Eficiencia del Agave y el Aloe vera en la remoción de materia orgánica de las aguas del río Lurín en el AA. HH Julio César Tello*. (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo).

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36217>

Choque, Y, Choque D., Solano A., Ramos B. (2018). *Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua*. Tecnología Química Vol. 38- N° 2. Universidad de Oriente.

Escobal, L. (2020). *Eficiencia del tejido vegetal de Armatocereus rauhii subsp. balsasensis (F. Ritter) Ostolaza y Espostoa mirabilis F.*

Ritter (Cactaceae) en la remoción de sólidos suspendidos totales en el agua para consumo humano del distrito de Balzas - Amazonas.

<http://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.271.27108>

Malqui, R., y Estefany, K. (2017). *Disminución del contenido de la DBO5 y la DQO mediante coagulantes naturales (Aloe Vera L. y Opuntia ficus indica) en las aguas del canal de regadío E-8 Chuquitanta – San Martín de Porres.* (Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo)
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/358>

Martínez, J., González, L. (2012). *Evaluación del poder coagulante de la tuna (Opuntia ficus indica) para la remoción de turbidez y color en aguas crudas.* (Tesis de pregrado, Universidad de Cartagena).

<https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/137>

Morales, J. (2019). *Determinación del poder coagulante de la sábila para la remoción de turbidez en el proceso de tratamiento de agua para consumo humano – Oxapampa.* (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión)

<http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/1422/>

Núñez, R. (2017). *Validación de métodos de ensayo para la determinación de compuestos fenólicos y turbidez en agua para el laboratorio de la refinería Esmeraldas.* (Trabajo de titulación, Universidad Central del Ecuador). <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/>

Olivero, R., Aguas, Y., Mercado, I., Casas, D., Montes, L. (2014). *Utilización de Tuna (opuntia ficus-indica) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas.* Revista AVANCES. Vol. 11 –N°. 1, Bolívar, Colombia.

Ramírez, H., Jaramillo, J. (2014). *Uso potencial de agentes clarificantes y desinfectantes de origen natural para el tratamiento integral del agua caracterizado por pisos térmicos*. Ingeniería Solidaria. Vol. 10, N°. 17, Ibagué, Colombia.

Razuri, K. (2017). *Disminución del contenido de la DBO5 y la DQO mediante coagulantes naturales (Aloe Vera L. y Opuntia ficus indica) en las aguas del canal de regadío E-8 Chuquitanta-San Martín de Porres*. (Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo).

<http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250>

Reque_mp.pdf. (s. f.)

http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/estudios_CS/Region_lambayeque/chiclayo/reque_mp.pdf

Samillán, D. (2014). *Evaluación física-Química y microbiológica de las aguas del río Reque-Chiclayo 2014*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo).

<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/121>

SEDAPAL (2000). *Tratamiento de agua: coagulación y floculación*. Evaluación de Plantas y Desarrollo Tecnológico, Lima, Perú.

http://www.sedapal.com.pe/c/document_library

Silva, M. (2017) *Extracción del mucílago de la penca de tuna y su aplicación en el proceso de coagulación-floculación de aguas turbias*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos)

<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/>

ANEXOS

ANEXO 1

Porcentaje de remoción de turbidez

MUESTRA	CONCENTRACION (ppm)	TIEMPO(min)	TURBIDEZ	%REMOCIÓN DE TURBIDEZ
1	20	5	34.2	96.58
2	20	5	43.7	95.63
3	20	10	32.2	96.78
4	20	10	44.3	95.57
5	20	15	30.2	96.98
6	20	15	44.3	95.57
7	40	5	41.9	95.81
8	40	5	48.4	95.16
9	40	10	40.9	95.91
10	40	10	46.4	95.36
11	40	15	39.9	96.01
12	40	15	44.4	95.56
13	60	5	52	94.8
14	60	5	53.9	94.61
15	60	10	50	95
16	60	10	47.7	95.23
17	60	15	48	95.2
18	60	15	84.4	91.56

Porcentaje de remoción de conductividad

MUESTRA	CONCENTRACION (ppm)	TIEMPO(min)	CONDUCTIVIDAD	% REMOCIÓN DE CONDUCTIVIDAD
1	20	5	1670	41.97359277
2	20	5	1671	41.93884642
3	20	10	1660	42.32105629
4	20	10	1651	42.63377345
5	20	15	1600	44.40583739
6	20	15	1620	43.71091035
7	40	5	1827	36.51841557
8	40	5	1835	36.24044475
9	40	10	1616	43.84989576
10	40	10	1614	43.91938846
11	40	15	1625	43.5371786
12	40	15	1627	43.46768589
13	60	5	1650	42.66851981
14	60	5	1700	40.93120222
15	60	10	1630	43.36344684
16	60	10	1620	43.71091035
17	60	15	1740	39.54134816
18	60	15	1751	39.15913829

Porcentaje de remoción de SDT

MUESTRA	CONCENTRACION (ppm)	TIEMPO(min)
1	20	5
2	20	5
3	20	10
4	20	10
5	20	15
6	20	15
7	40	5
8	40	5
9	40	10
10	40	10
11	40	15
12	40	15
13	60	5
14	60	5
15	60	10
16	60	10
17	60	15
18	60	15

SDT	%REMOCION DE SDT
801	44.29763561
822	42.83727399
810	43.67176634
809	43.74130737
800	44.36717663
828	42.42002782
919	36.09179416
867	39.70792768
917	36.23087622
873	39.2906815
915	36.36995828
876	39.08205841
937	34.84005563
992	31.01529903
1000	30.45897079
1000	30.45897079
985	31.50208623
991	31.08484006

ANEXO 2
GALERÍA FOTOGRÁFICA

1.Lavado y cortado del cactus San Pedro



2. Licuado de los trozos de cactus y tamizado



3. Extracción líquido-líquido del coagulante a partir del mucílago obtenido



4. Producto obtenido luego de la extracción líquido- líquido



5. Secado y molienda



Coagulante obtenido después del secado y molienda.

ANEXO 3

Análisis en laboratorio de las muestras de agua del río Reque



ANEXO 4

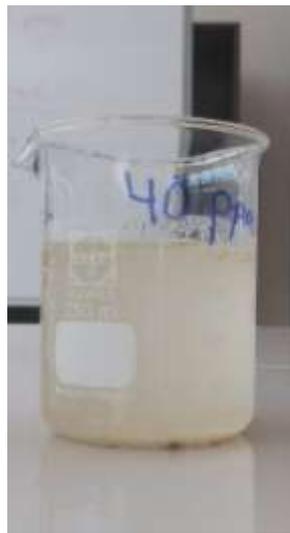
1. Muestras de agua con el coagulante agregado a concentraciones de 20, 40 y 60 ppm cada una.



2. Muestras en los agitadores magnéticos



3. Las muestras después de agitación en un tiempo de contacto de 15 min



20 ppm y 15 min
30,2 NTU
1600 μ S/cm
800 ppm

40 ppm y 15 min
39,9 NTU
1625 μ S/cm
915 ppm

60 ppm y 15 min
48 NTU
1740 μ S/cm
985 ppm

ANEXO 5

Estándares de calidad ambiental (ECA) para agua

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

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

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

Fuente: Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/3671-004-2017-minam>

EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE CONTACTO DEL CACTUS SAN PEDRO (ECHINOPSIS PACHANOI) EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DEL RÍO REQUE

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%	19%	5%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unprg.edu.pe:8080 Fuente de Internet	4%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	renatiqa.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1%

9	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	www.theseus.fi Fuente de Internet	<1 %
11	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
12	www.scielo.org.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.uncp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	investigaciones.uniatlantico.edu.co Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	stellenboschkunswedstryd.co.za Fuente de Internet	<1 %
17	Hyun-Ji Kim, Charles Nkufi Tango, Ramachandran Chelliah, Deog-Hwan Oh. "Sanitization Efficacy of Slightly Acidic Electrolyzed Water against pure cultures of Escherichia coli, Salmonella enterica, Typhimurium, Staphylococcus aureus and Bacillus cereus spores, in Comparison with Different Water Hardness", Scientific Reports, 2019 Publicación	<1 %

18	www.dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
20	Submitted to Universidad San Francisco de Quito Trabajo del estudiante	<1 %
21	repositorio.upeu.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1 %
22	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
23	intranet.cip.org.pe Fuente de Internet	<1 %
24	revistaingenieria.uas.edu.mx Fuente de Internet	<1 %
25	www.freepatentsonline.com Fuente de Internet	<1 %
26	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
27	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
28	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %

29

repositorio.unab.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

30

repositorio.unprg.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

31

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

32

Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de
Administración de Negocios para Graduados

Trabajo del estudiante

<1 %

33

it.scribd.com

Fuente de Internet

<1 %

34

bibliotecadigital.udo.edu.ve

Fuente de Internet

<1 %

35

cenaim.espol.edu.ec

Fuente de Internet

<1 %

36

redi.unjbg.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

37

repositorio.continental.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

38

repositorio.unsa.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

39

mafiadoc.com

Fuente de Internet

<1 %

40

salud.medicinatv.com

Fuente de Internet

<1 %

41

worldwidescience.org

Fuente de Internet

<1 %

42

www.inditex.com

Fuente de Internet

<1 %

43

www.repositorio.usac.edu.gt

Fuente de Internet

<1 %

44

brainly.lat

Fuente de Internet

<1 %

45

repositorio.udl.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

46

repositorio.unh.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

47

repositorio.uss.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

48

repository.unilibre.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

49

www.etsav.upc.es

Fuente de Internet

<1 %

50

www.researchgate.net

Fuente de Internet

<1 %

51

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

52

digitalcommons.lsu.edu

Fuente de Internet

<1%

53

dokumen.site

Fuente de Internet

<1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado



Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Luz Elizabet Mejía Rojas
Título del ejercicio: Tesis-Elizabet Mejía
Título de la entrega: Efecto de la concentración y tiempo de contacto del cactus San Pedro...
Nombre del archivo: INFORME_FINAL_MEJIA_ROJAS_LUZ_ELIZABET.docx
Tamaño del archivo: 10.78M
Total de páginas: 77
Total de palabras: 8006
Total de caracteres: 39158
Fecha de entrega: 22-abr-2022 02: 11 a.m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 1817100733

	<p>UNIVERSIDAD NACIONAL "PEDRO RUIZ GALLO"</p>	
<p>FACULTAD DE INGENIERIA QUÍMICA E INDUSTRIAS ALIMENTARIAS</p>		
<p>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA QUÍMICA</p>		
<p>"EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN Y TIEMPO DE CONTACTO DEL CACTUS SAN PEDRO (<i>ECHINOPSIS PACHANOI</i>) EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA DEL RÍO REQUE"</p>		
<p>TESIS</p>		
<p>PRESENTADA POR:</p>		
<p>Bach. LUZ ELIZABET MEJIA ROJAS</p>		
<p>PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERA QUÍMICA</p>		
<p>ASESORAS:</p>		
<p>Dra. TARCILA A. CABRERA SALAZAR</p>		
<p>Dra. LIZ A. MORALES CABRERA</p>		
<p>LAMBAYEQUE -PERÚ- 2022</p>		