



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Uso de quitosano en la remoción de sólidos suspendidos totales
presentes en aguas residuales: revisión sistemática

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Rondinel Alfaro, Cinthia Fiorela (orcid.org/0000-0002-6649-7713)

Sánchez Huamán, Nataly Esther (orcid.org/0000-0003-4209-1847)

ASESOR:

Dr. Sernaqué Auccahuasi, Fernando Antonio (orcid.org/0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado con mucho cariño a mis papitos y padres: Oscar Rondinel Zevallos y Maria Alfaro Cerón, por todo el apoyo y amor incondicional. A mis familiares, mi gran amigo Maxito y Neroni que han formado parte de esta carrera.

Cinthia Fiorela, Rondinel Alfaro

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado con mucho cariño a mis queridos padres y hermanos, por todo el apoyo, la dedicación y el amor brindados. A mis familiares y amigos que han sido parte de esta carrera. Y a mi novio por ser mi soporte y compañero incondicional.

Nataly Esther, Sanchez Huamán

Agradecimiento:

Agradezco a Dios por gozar de salud, fuerza, motivación y mantener mi fe intacta. A mi familia y amigos por todo el cariño, palabras motivacionales y por brindarme su apoyo cuando más lo necesité.

Cinthia Fiorela, Rondinel Alfaro

Agradecimiento

Agradezco a Dios y a mi familia y amigos en general por todo el cariño y por brindarme su apoyo cuando más lo necesité.

Nataly Esther, Sánchez Huamán

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Resumen	vi
Abstract	vii
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	5
III.METODOLOGÍA	15
3.1 Tipo Y Diseño De Investigación	15
3.2 Categorías, Subcategorías Y Matriz De Categorización	15
3.3 Escenario de Estudio	16
3.4 Participantes	16
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.6 Procedimiento	18
3.7 Rigor Científico	19
3.8 Método de análisis de datos	21
3.9 Aspectos éticos	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
V. CONCLUSIONES	44
VI RECOMENDACIONES	45
REFERENCIAS	46
ANEXOS	66

Índice de tablas

Pág.

Tabla 1 Grado de desacetilación del quitosano utilizado para la remoción de SST	23
Tabla 2 Características del quitosano utilizado para la remoción de SST	26
Tabla 3 Instrumentos más usados con el quitosano para la remoción de SST	32
Tabla 4 Concentraciones usadas del quitosano para la remoción de SST	36

Resumen

El quitosano es un biopolímero derivado de la desacetilación de la quitina, la cual se obtiene de los caparazones de crustáceos como el camarón, langosta y cangrejo, que se ha utilizado como coagulante en el tratamiento de aguas residuales. En los últimos años diferentes investigaciones demostraron su aplicación en la remoción de sólidos suspendidos totales en aguas residuales. El objetivo general de la presente revisión sistemática fue identificar cómo es el uso del quitosano en la remoción de sólidos suspendidos totales presentes en aguas residuales, con respecto a la metodología se realizó la búsqueda de artículos mediante diversas bases de datos de artículos científicos tales como: ProQuest, Science Direct, Scopus, PubMed, Web of Science de los cuales se seleccionaron 36 investigaciones experimentales en idioma inglés y de los últimos cinco años considerados desde el 2017. Concluyendo que la principal característica del quitosano es ser bioactivo y el instrumento mayormente usado es el test de jarras, obteniendo entre 66,5 y 95% de grados de desacetilación, por lo que influye de manera positiva la remoción de sólidos suspendidos totales en las aguas residuales.

Palabras clave: Quitosano, sólidos suspendidos, aguas residuales.

Abstract

Chitosan is a biopolymer derived from the deacetylation of chitin, which is obtained from the shells of crustaceans such as shrimp, lobster and crab, which has been used as a coagulant in wastewater treatment. In recent years, different investigations have demonstrated its application in the removal of total suspended solids in wastewater. The general objective of this systematic review was to identify the use of chitosan in the removal of total suspended solids present in wastewater, with respect to the methodology, the search for articles was carried out through various databases of scientific articles such as: ProQuest, Science Direct, Scopus, PubMed, Web of Science, therefore, 36 experimental investigations were selected in English and from the last five years considered since 2017. Concluding that the main characteristic of chitosan is to be bioactive, using the jar test, obtaining between 66.5 and 95% degrees of deacetylation, which positively influences the removal of total suspended solids in wastewater.

Keywords: Chitosan, suspended solids, wastewater.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es el núcleo para el desarrollo humano y del desarrollo socio económico del pueblo y base para la preservación del planeta y las próximas generaciones (Agbovi 2018). La demanda mundial de agua, como suministro para la población, saneamiento, usos industriales o regadíos está aumentando con mayor frecuencia (Ahrazem, 2019)

Debido a la escasez de recursos hídricos, alta contaminación, cambio climático y otras alteraciones contra el ambiente se ha generado una alarma de preocupación sobre el tratamiento y reutilización de aguas residuales (Ponce, 2018) por los riesgos que conlleva a todos los seres humanos, las aguas residuales domésticas habitualmente se conducen por canales de alcantarillado y tratadas como procesamiento, en plantas de tratamiento de aguas residuales para su depuración antes de su vertido. (ECOMAR, 2020)

Sin embargo, la contaminación de agua subterránea, ríos y lagos continúa como un problema sin fin; en América del Sur, entre el 40 y el 60% del agua proveniente de acuíferos afectados por la contaminación cada vez mayor. (UN, 2022). Si bien es cierto, sobre la superficie del planeta hay tanta agua, como la que existía hace décadas, pero solo un 2,5% es dulce, por lo cual es apta para beber. (RECYTRANS, 2020). El problema es que el ser humano viene contaminándola desde hace muchos años, el inadecuado uso, este es un proceso que debe revertirse lo antes posible porque ya nos está generando distintas enfermedades e incluso llevando a la muerte. (ABEL MONTED, 2018).

Entre los contaminantes presentes en las aguas residuales, los sólidos suspendidos (SST) se consideran de importancia por su efecto sobre las condiciones que rigen la vida en las aguas (Nyanti et al., 2018). Las masas de agua naturales suelen contener un cierto nivel de SST, pero las actividades humanas, como la agricultura, el uso del agua, la urbanización y la minería, pueden exacerbar considerablemente el nivel de SST en las aguas superficiales y subterráneas (Peng et al., 2020). Este exceso de SST

puede ser tóxico para muchos organismos acuáticos, como peces, insectos, anfibios y macroinvertebrados (Buana et al., 2021).

En cuanto a los efectos contra salud de la ingestión de sólidos suspendidos totales, se han reportado estudio como incidencia de cáncer, enfermedades coronarias, arteriosclerosis y enfermedades cardiovasculares (EOZ, 2020). Por consumo de agua contaminada causan: diarrea, lo que provoca que las personas pierdan líquido y electrolitos, provocando deshidratación, llegando a causar la muerte en el paciente, siendo alto riesgo en los niños que son más vulnerables ante la desnutrición y otras enfermedades. (Pablo Tosco, 2010).

La disentería es otra enfermedad, provocada por bacterias, que se encuentran presentes en las aguas sin embargo en las personas adultas rara vez sucede a diferencia de los niños; son sus principales víctimas. (Louis Torres, Mariano Vargas, 2015). El cólera, es una infección bacteriana del vibrio cholerae, aguda del intestino que provoca diarrea y vómitos intensos que pueden generar deshidratación aguda e incluso provocar la muerte. (Augusto Soiza, 2018). Por ello, es de suma importancia realizar un tratamiento previamente a estas aguas para poder ser vertidas a un cuerpo hídrico o un sistema de alcantarillado. (Marquez, S. y Zúñiga, B. 2019).

De lo anterior surge la necesidad de realizar tratamientos a las aguas residuales para disminuir la carga contaminante que se vierte a cuerpos de agua superficiales, que pueden ser utilizados con fines de uso agrícola, industrial y humano (Edokpayi, Odiyo y Durowoju, 2017). De allí que Khan et al. (2022) indique que el tratamiento de las aguas residuales es el proceso de eliminación de los contaminantes de las aguas residuales, principalmente de las aguas residuales domésticas. Incluye procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar estos contaminantes y producir aguas residuales tratadas (o efluentes tratados) seguras para el medio ambiente (Fahad et al., 2019).

Debido los efectos de los SST en las aguas, se han utilizado diferentes técnicas, como el filtrado y la coagulación con el uso de técnicas como la electrocoagulación (Aguilar-Ascón et al., 2021) o la coagulación utilizando agentes químicos (Shabangu et al., 2022). Debido a la incidencia de los agentes químicos en la seguridad y la salud, además de efectos adversos que pueden tener en las personas, se han venido estudiando alternativas naturales de coagulantes, tanto de origen vegetal como animal, entre ellos el quitosano, derivado de restos de animales marinos (Bahrodin et al., 2022), es por ello que el estudio de estos compuestos es de importancia, así como su eficiencia de remoción de SST (Shabangu et al., 2022).

En ese contexto, existen diversos estudios de investigación atendiendo a los beneficios del quitosano como agente de remoción de SST por ser biocompatible, biodegradable, de baja toxicidad y procedente de un recurso renovable (Maliki et al., 2022), en tal sentido, se destaca su capacidad biosorbente y sus compuestos para los contaminantes de las aguas residuales (Paula et al., 2020), como los iones de metales pesados, los pesticidas organoclorados, los sólidos en suspensión, la turbidez, las sustancias orgánicas oxidadas, las impurezas grasas y aceitosas o los colorantes de las aguas residuales textiles (Nechita, 2017).

Además, el aumento de la capacidad de adsorción del quitosano mediante modificaciones químicas que conducen a la formación de derivados de quitosano, injertos de quitosano y compuestos de quitosano, ha sido objeto de gran atención (Maliki et al., 2022), siendo ampliamente estudiado y recogido en la literatura, por lo que una revisión de estos estudios puede conllevar a una mejor comprensión de la importancia del quitosano en el tratamiento de aguas residuales (Nechita, 2017).

A toda esta información del inadecuado manejo del agua nos pasamos a otro grave problema ambiental que genera alta contaminación son los desechos de langostinos y camarones (Cabanillas et al, 2021). Es decir, la actividad camaronera representa una de las actividades más importantes en

Sudamérica, sin embargo, solo el 48 a 60 % del peso total es, no comestible y estos son considerados basura en nuestro país. (Ambar Gonzabay, Harry Vite, Victor Garzon, Patricio Quizhpe, 2021)

Por lo expuesto se ha formulado la pregunta general ¿Cómo es el uso del quitosano en la remoción de sólidos suspendidos totales presentes en aguas residuales?, mientras que las preguntas específicas son: ¿Qué grado de desacetilación debe tener el quitosano para remover SST?, ¿Cuáles son las características del quitosano en la remoción de SST?, ¿Qué instrumento se usa en el proceso de remoción de SST? y ¿Qué concentración de quitosano se usa para la remoción de SST?

La justificación teórica se respalda en la inquietud del investigador por profundizar los enfoques teóricos que tratan el problema que se explica (Baena, 2017). Asimismo, llenará un vacío de conocimiento y la conducción del estudio permitirá llenarlo total o parcialmente (Pyrzszak, 2014). Con el propósito de generar reflexión y discusión académica sobre un conocimiento existente (Blanco y Villalpando, 2012), a través de la contribución de la revisión de artículos sobre el uso del quitosano en la remoción de sólidos suspendidos, lo cual servirá de fuente a los tomadores de decisiones.

El objetivo general de esta investigación es Identificar cómo es el uso del quitosano en la remoción de sólidos suspendidos totales presentes en aguas residuales. Respecto a los objetivos específicos, se plantean los siguientes: Identificar el grado de desacetilación del quitosano que se usa para obtener mayor remoción de SST; Identificar las características del quitosano en la remoción de SST; Identificar el instrumento más usado en el proceso de remoción de SST; Identificar la concentración de quitosano que se usa para la remoción de SST.

II. MARCO TEÓRICO

Hamdon et al., (2022) desarrollaron un trabajo experimental sobre el uso del quitosano para mejorar el proceso de depuración de aguas superficiales, cuyo objetivo fue evaluar la eficiencia del quitosano en la remoción de la materia orgánica natural (MON) presente en aguas superficiales. Para ello, desarrollaron un modelo experimental para investigar la mejora de la eficacia de eliminación de MON utilizando un coagulante natural, como el quitosano, junto con el alumbre, utilizando como muestra aguas superficiales brutas de Egipto. Los resultados muestran que tras utilizar alumbre, quitosano y alumbre/quitosano como coagulantes, la turbidez del agua pasó a ser de 1,4, 2 y 0,85 con una eficiencia de eliminación del 98,5, 96,5 y 99,5 por ciento, respectivamente. El valor óptimo de pH fue de 7,31, 7 y 7,49 utilizando como coagulantes el alumbre, el quitosano y el alumbre/quitosano, respectivamente. La dosis óptima de coagulante utilizada en función de la turbidez del agua constante fue de 8 y 15/5 mg/L utilizando quitosano y alumbre/quitosano como coagulantes respectivamente. Concluyeron que el uso de quitosano es eficaz para eliminar el MON y reducir las algas y la turbidez. Además, redujo con éxito la cantidad de alumbre necesaria en el proceso de depuración.

Ángel y Leena (2022) desarrollaron un estudio sobre la eliminación del color de efluentes de la industria textil mediante el uso del quitosano extraído de camarón y de concha de cangrejo. Su principal objetivo fue demostrar la capacidad del quitosano preparado a partir del exoesqueleto de camarón y cangrejos para remover el color de los efluentes de la industria textil. Realizaron dos series de experimentos. En la primera serie, añadieron 0,5 g de quitosano de caparazón de camarón a concentraciones variables de 30%, 35%, 40%, 45% y 50% del efluente de la industria textil y, en la segunda serie, añadieron 0,5 g de quitosano de caparazón de cangrejo a cada una de las concentraciones mencionadas. Las muestras de agua residual fueron extraídas en el día cero y en un intervalo de 24 horas se estimó la DO del sobrenadante del cultivo, en el sexto día de tratamiento, el quitosano de la cáscara del camarón eliminó el 100% del color del efluente industrial textil

demostrando así su eficiencia como adsorbente.

Maćczak et al. (2022) Estudiaron el uso de floculantes a base de quitosano y almidón en el tratamiento de aguas residuales de lavado de filtros con el objetivo de investigar la factibilidad del uso del quitosano y almidón y sus derivados oxidados como floculantes para el tratamiento de aguas de retrolavado de filtros. En la investigación experimental el almidón dialdehído (DST) y el quitosano (DCT) se sintetizaron mediante la oxidación con periodato del almidón natural de maíz y del quitosano de bajo peso molecular. Los materiales obtenidos fueron caracterizados con microscopía electrónica de barrido (SEM), espectroscopia ATR.FTIR y análisis termogravimétrico (TGA). Asimismo, estudiaron las propiedades de floculación de los floculantes polisacáridos en ensayos en tarro. La eficacia de los floculantes a base de quitosano y almidón fueron comparados con la de los polímeros sintéticos utilizados habitualmente para tratar el agua de lavado de filtros rica en iones de hierro obteniendo como resultado que la dosis óptima para CT, DCT, ST y DST fueron de 0,2; 1,0; 1,0 y 0,2 respectivamente. El floculante más eficaz resultó ser el quitosano no modificado, que fue capaz de eliminar SS, turbidez y los iones de hierro a nivel de los floculantes comerciales de poliacrilamida.

Wulandari et al. (2021) Utilizaron cáscaras de almeja de quitosano como coagulante para el tratamiento de aguas residuales de galvanoplastia, con la finalidad de comparar el coagulante quitosano las conchas de almeja y el coagulante de alumbre, para reducir la concentración total de cromo, níquel y turbidez, por medio de una investigación experimental. Las variaciones del coagulante, 300 mg/l y 600 mg/l, mientras la variación de la velocidad utilizada es de 150 rpm y 300 rpm. Los resultados de la investigación mostraron que el alumbre y el quitosano favorecen reduciendo la concentración de SST, níquel y cromo total. El alumbre puede eliminar los SST en un 93,75% con una dosis de 300 mg/l y una velocidad de agitación de 150 rpm, el níquel en un 32,49% con una dosis de 600 mg/l y una velocidad de agitación de 300 rpm, y el cromo total en un 64,09% con una

dosis de 600 mg/l y una velocidad de agitación de 300 rpm. El coagulante quitosano elimina el SST en un 97,79% a dosis de 300 mg/l y 600 mg/l, velocidad de agitación de 150 rpm, el níquel en un 50,73% a dosis de 600 mg/l, velocidad de agitación de 150 rpm, el cromo total en un 72,88% a dosis de 600 mg/l, velocidad de agitación de 150 rpm. El coagulante de alumbre y quitosano tiene la capacidad de neutralizar el pH de acuerdo con la norma de calidad de los residuos de galvanoplastia, de 6,2 a 7,6.

Nouj et al (2021) estudiaron un singular biocoagulante líquido a base de quitosano para mejorar el tratamiento de las aguas residuales del procesado de pescado, en un estudio experimental basado en la mejora de la eficiencia de las plantas de tratamiento de aguas residuales de procesado de pescado mediante biocoagulación, a partir de un subproducto pesquero (cáscara de gamba) en estado líquido. El proceso de optimización se tomó a cabo en dos pasos: experimentos en tarros y modelización de los resultados experimentales. La primera etapa cubrió la evaluación preliminar para identificar los parámetros operativos más influyentes (condiciones experimentales), mientras que la segunda etapa se refirió al estudio de los efectos de tres parámetros operativos significativos y sus interacciones utilizando un diseño experimental Box-Behnken. Las variables implicadas fueron la concentración de coagulante (X1), el pH inicial (X2) y la temperatura (X3) de las muestras de aguas residuales, mientras que las respuestas fueron las tasas de eliminación de la turbidez (Y1) y la DBO5 (Y2). Los modelos de regresión y los gráficos de contorno de la superficie de respuesta mostraron que el quitosano como biocoagulante líquido era eficaz para eliminar la turbidez (98%) y la DBO5 (53%) durante el tratamiento. Las condiciones experimentales óptimas resultaron ser un medio alcalino (pH = 10,5) y una dosis de biocoagulante de 5,5 mL en 0,5 L de agua residual de procesamiento de pescado mantenida a 20 °C.

Rodríguez D, y Gallego D. (2019) Evaluaron la eficiencia del quitosano en la remoción de sólidos en suspensión y de turbidez en afluentes de cultivo Biofloc (BFT) y en un sistema (RAS). En la metodología trabajaron con

concentraciones de 3, 6, 9, 12 y 15 mg/L de quitosano y lo aplicaron sobre el agua a estudiar. Las muestras de agua fueron tomadas del tanque de producción en recipientes de 1 L. La evaluación del proceso de coagulación-floculación fue mediante un equipo de prueba de jarra. Agregaron las diferentes dosis de solución de quitosano a cada jarra, utilizando como instrumento de medida una pipeta de 15 ml, la cual en la etapa de mezclado rápido se llevó a cabo a 120 rpm en un periodo de un minuto, luego en la etapa de mezclado lento se fue bajando las revoluciones hasta reducirlo a 30 rpm durante 30 minutos, finalizaron el proceso de coagulación-floculación con la etapa de sedimentación a 0 rpm por 30 minutos. Luego, las muestras de agua fueron preservadas a 4°C para el análisis mediante el estándar 2540D. En sus resultados el porcentaje de eliminación de SST fue del 78,2% con la dosis de 9mg/L, el agua de estudio inicialmente tenía 108 mg/L de SST y se logró valores mínimos de 20,2 a 26,3 mg/L tras aplicar las distintas dosis del quitosano. Concluyeron que la adición de quitosano permite la aglomeración de esas partículas y su posterior sedimentación.

Borchert, et al (2021) Compararon la floculación de partículas de sílice con una carga negativa baja y arcilla china (caolín) con el biopolímero quitosano y dos polielectrolitos sintéticos fuertes. Trabajaron el quitosano con dosis de 1,2,4,6 mg/g para 50 ml de agua por un lado con suspensión de sílice y por otro con suspensión de caolín, asimismo se trabajó con los dos polielectrolitos sintéticos como la poliacrilamida con funcionalidad de cloruro de trimetilamonio (PAM-TAC) y cloruro de polidialildimetilamonio (PDADMAC). Las suspensiones se agitaron con agitador magnético durante 15 min a 600 rpm y se analizaron con el dispositivo Zetasizer Nano Zs para las mediciones de turbidez, las muestras sedimentaron después de agitar durante 20 min antes de la medición. Como resultados obtuvieron que el biopolímero quitosano alcanzó los valores más bajos de mp/ms a modo comparación en la suspensión de sílice el quitosano alcanzó una floculación de 0,05 mg/g muestras que en la suspensión de caolín el quitosano alcanzó una ventana de floculación a un valor de mp/ms de 1,8 mg/g, el PDADMAC 2,2 mg/g y el PAM-TAC 7,8 mg/g. Por lo que concluyen que la cantidad de

polielectrolito añadida para alcanzar la ventana de floculación para la suspensión de Caolín es mayor en comparación con la suspensión de sílice. EL quitosano presentaba consumo de polímeros muy bajo y, como biopolímero, es muy adecuado para usarse como alternativa a los polímeros sintéticos.

Siswoyo E. et al (2020). Estudiaron el uso de desechos de concha de vieira para producir quitosano y usarlo como coagulante natural en la eliminación de la turbidez del agua. Utilizaron tres muestras diferentes: agua con turbidez artificial, agua de río y aguas residuales de río. Luego de la obtención del quitosano compararon el desempeño del coagulante natural con el coagulante comercial que fue alumbre. Las dosis usadas fueron de 100, 150, 200, 250 y 300 mg/L con el método de prueba de jarras, la cual usaron a una velocidad de 60 rpm durante 10 minutos. Como resultado obtuvieron que la dosis optima de coagulante para el quitosano en el agua con turbidez artificial fue de 150 mg/L con un porcentaje de reducción de la turbidez del 100 % de la concentración inicial, que fue 14 NTU convirtiéndose en 0 NTU, en el agua de río redujo el 72% de turbidez y en el agua residual redujo el 87% de turbidez. Concluyeron que el quitosano es un coagulante natural que puede reducir la turbidez de manera efectiva, en comparación de coagulantes comerciales como el alumbre, lo que convierte a este coagulante natural en un coagulante prometedor para el tratamiento de aguas superficiales y aguas residuales.

Hongwei D, et al (2017) Aplicaron la metodología de superficie de respuesta (RSM) para evaluar los efectos de los múltiples parámetros con los efectos interactivos, con el objetivo de eliminar antibióticos de aguas turbias en la coexistencia de materias orgánicas utilizando floculantes de quitosano modificado, en la experimentación usaron agua sintética que contenía antibiótico con la coexistencia de caolín, usaron la prueba de jarras con mezclador de paletas a temperatura ambiente. Las aguas contenían concentraciones de caolín 10-50 mg/L, proporcionando turbidez inicial de 30-80 NTU y se agregaron partículas suspendidas. Agregaron 2.5 mg/L de

floculante y se agitó durante 5 min a 200 rpm, seguido de 10 min a 80 rpm y finalmente 30 min de sedimentación. En sus resultados obtuvieron una remoción del 92-93% de turbidez y el 75-78% de eliminación de antibióticos. Luego compararon los floculantes comerciales con el floculante quitosano en el cual indicaron que todos los floculantes muestran eficiencias de remoción de partículas suspendidas, relativamente altas, resaltando la superioridad de floculante quitosano, pero tienen bajas eficiencias en la eliminación de antibióticos. Finalmente concluyeron que las diferentes arquitecturas moleculares del quitosano muestran un rendimiento de floculación distinto para la eliminación de antibióticos y concentraciones coexistentes de caolín (sólidos en suspensión) la cual puede ser modificado en rangos adecuados para un mejor rendimiento.

Devesa R, et al (2020) Hicieron un estudio exploratorio sobre el uso de coagulantes-floculantes naturales y ecológicos para reducir las partículas suspendidas en el agua, para lo cual propusieron el objetivo de evaluar el uso de diferentes materiales para reducir las partículas en suspensión en el agua. Su muestra fue agua contaminada artificialmente en el laboratorio, con sedimentos recolectados del Río Anllóns debido al alto costo de tratamiento de aguas con quitosano en comparación con floculantes tradicionales, mediante el método de floculación-coagulación trataron aguas de río. En sus resultados expresan que solo con el uso del quitosano para tratar las aguas no se puede reducir el costo, por ello, para mejorar el efecto del tratamiento a menor costo utilizaron el floculante compuesto por cloruro de polialuminio, rectorita modificada y quitosano para el tratamiento del agua resultando así que la turbidez del agua se reduce gradualmente. Concluyeron que el floculante preparado tiene una tasa de remoción de turbidez de 96,38% y una tasa de remoción de aluminio de hasta 80,1%, Además, el costo del tratamiento también se redujo.

Xiaolong Z., Zhonghe T., Cheng M., Lihua L, y Jiang Yang (2022) En su trabajo evaluaron la eficiencia del quitosano en la remoción de sólidos en suspensión y de turbidez en aguas residuales de lavandería. La metodología

que usaron fue la prueba de jarras (Apex Instruments, EE. UU) con 500 mL de agua residual y cierta cantidad de PACTS bajo diferentes parámetros con método de irradiación de microondas monomodo. La evaluación del proceso de coagulación-floculación se realizó en 4 etapas; ajustar el pH de las aguas residuales utilizando ácido sulfúrico diluido ($0,1\text{mol L}^{-1}$) y NaOH ($0,1\text{mol L}^{-1}$) en un rango de 2-7; agregando PACTS al agua residual con pH ajustado y se agitará rápidamente en diferentes velocidades y valores de tiempo a una temperatura determinada para una dispersión uniforme de PACTS; con agitación rápida y lenta a diferentes velocidades, tiempo a una temperatura determinada, en el proceso de adsorción y floculación; ajustaron el pH de la solución a 7 para reunir los floculantes más pequeños y luego ralentizarlo para que se asiente durante 40 min. En sus resultados las tasas de eliminación de DQO y turbidez más alta se lograron con dosis de 120 y 140 mg/L para M-PACTS y C-PACTS, las tasas óptimas de turbidez y eliminación de DQO de C-PACTS fueron 82,3 y 56,1 %, que son más bajas que las MPACTS (10,2 y 10,7 %) por el quitosano. Concluyeron que este método debe ampliarse por el potencial significativo para contribuir al desarrollo y aplicación de biofloculantes.

C. Ángel María y R. Leena (2021) En su trabajo evaluaron la eficiencia del quitosano en la remoción de sólidos en suspensión y de turbidez en aguas residuales de Los efluentes de la industria textil. La metodología que usaron fue la prueba de jarras. Los valores de LC50, LCL y UCL fueron 39,984, 0,195 y 0,213 respectivamente. Los valores de X e Y fueron 1,612 y 5,253 respectivamente con un valor b de 24,049. La evaluación se estudió la respuesta de toxicidad de los peces bajo diferentes concentraciones del efluente para diferentes horas de exposición. Después de 72 h de exposición, se registró un 20 % de mortalidad de los peces a una concentración de colorante del 50 %. Los valores de X e Y fueron 1,680 y 3,985 respectivamente con un valor b de 9,623. tratados con quitosano de caparazón de cangrejo mostraron 7 picos con RT de 0.863, 1.210, 1.873, 2.140, 2.300, 2.623, 4.313, 20.200, 22.337, 29.610 y 55.120. Los resultados se lograron 5 picos con RT 2.800, 2.953, 3.990, 4.790 y 5.437 en el perfil

HPLC de colorante textil tratado con quitosano. Se concluyó que el quitosano de cáscara de camarón y cangrejo para el tratamiento de aguas residuales textiles, son eficientes para la decoloración y desintoxicación de aguas residuales textiles.

La contaminación del agua es la contaminación de los cuerpos de agua como lagos, ríos y océanos, que generalmente ocurre debido a las actividades humanas (Dutt, et al, 2020). Para el tratamiento de aguas residuales se requiere una serie de procedimientos. Devesa R., et al (2020) La remoción de partículas en suspensión es la etapa inicial en el tratamiento del agua, además la más fundamental, ya que los SST son una fuente de nutrientes para el crecimiento de microorganismos lo que afecta el proceso de desinfección del agua.

La característica principal de la presencia de Sólidos Suspendidos Totales (SST) en las aguas es la turbidez. Los (SST) son partículas en la columna de agua que tienen más de dos micrones, los niveles de SST, por encima de cierto umbral, hacen que la masa de agua sea poco atractiva. (Hassan, 2021)

Las aguas residuales son generadas de un procesamiento, manipulación y/o transformación de los recursos en bienes y servicios (Corredor et al, 2017), para verter estos efluentes a un cuerpo receptor, es necesario realizar un tratamiento con el fin de reducir los contaminantes y de esa manera cumplir con la normativa. (Tafur y Quevedo, 2014) Para el tratamiento de aguas residuales se debe seleccionar un tratamiento que cumpla con las eficiencias de remoción que se requiere según el tipo de agua residual (Navarro, 2015).

La coagulación/floculación es un fenómeno importante que se produce durante el tratamiento de aguas residuales industriales y municipales para la eliminación de partículas en suspensión (Lichfouse, *et al* 2019). Los coagulantes son productos con reacción química ante los contaminantes del agua, estos desestabilizan las partículas suspendidas presentes en aguas residuales que tienen carga negativa neutralizándolas por medio de cargas

coloidales (Díaz, 2014)

Existen tres tipos de coagulantes, los que son a base de sales metálicas como hierro y aluminio, los que son a base de polímeros sintéticos, los cuales, tienen alto peso molecular lo que aumentan la viscosidad en la solución, y los de origen natural que son derivados de productos orgánicos como el quitosano, las cuales presentan rendimientos iguales o superiores a los de coagulantes convencionales (Duran et al, 2017) por ser sustancias producidas naturalmente por organismos vivos, se consideran amigables con el medio ambiente (Kanmani P et al., 2017).

Los floculantes orgánicos se obtienen fácilmente de recursos renovables, Lo que resulta en su biodegradabilidad alta, eficiente y bajo costo (Wei, et al, 2018) Es efectivo para eliminar contaminantes presentes en el agua (Tran N., et al 2020). además, es un buen floculante para el tratamiento del agua, con una tasa de deposición más rápida y una mayor eficiencia de eliminación de DQO, sólidos suspendidos e iones metálicos (Kangama A., et al 2018).

El quitosano es el biopolímero que ha sido usado ampliamente en la purificación del agua, como adsorbentes efectivos en la eliminación de contaminantes del agua (Nechita, 2017) es derivado de la quitina obtenido mediante la desacetilación, es el segundo biopolímero natural más abundante en el mundo (Xu Y., et al 2021). es obtenida de los caparazones de crustáceos como el camarón, langosta y cangrejo (Hendil & Dreix 2022).

EL quitosano se compone de 14 moléculas, de 2 acetamido, 2 desoxi-D-glucosa unidas de N-acetilglucosamina (Cadha et al, 2022). El grupo amino del quitosano posee una ligera carga positiva, lo que le permite ser soluble en medios ácidos o en soluciones neutras; es un bio adhesivo que puede ligarse a las superficies cargadas negativamente tales como las membranas mucosas (Gonzales, 2019); debido a esta propiedad física el quitosano destaca sus propiedades de policationico, no tóxico, biodegradable, así como antimicrobiano, siendo además bio-compatible y biodegradable.

(Vejarano y Príncipe, 2018).

Características del quitosano, Biodegradable, Bioactivo, Bioabsorbente, Soluble, el quitosano tiene una carga positiva y buena solubilidad en soluciones con un valor de pKa entre 2,6 y 7 que viene a ser el rango de ácido a neutro (Chadha et al, 2022). Así también, en el grado de desacetilación del quitosano, existen dos factores estructurales muy importantes, el grado de desacetilación y peso molecular, de estos depende la eficiencia de floculación del quitosano (Kangama et al, 2018).

El instrumento comúnmente usado en la remoción de Sólidos en Suspensión es la prueba de jarras, método experimental que tiene el propósito de estimar la dosis mínima de floculante y las condiciones de proceso requeridas para lograr una calidad de agua específica (Macczak et al, 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

Tipo de investigación

El tipo de investigación es de tipo aplicada, se encarga de resolver problemas, basados en hallazgos, descubrimientos y soluciones que planteó el objetivo Arias J. (2021) Se puede cubrir una necesidad reconocida y específica (CONCYTEC 2018). Para la elaboración de esta investigación se empleó artículos experimentales, los cuales, presentan las ventajas de utilizar el quitosano para la remoción de SST presentes en aguas residuales.

Diseño de investigación

El diseño de investigación es narrativo de tópicos, el cual comprende el análisis de la documentación científica recolectada. Según Sánchez, Mejía y Reyes (2018) está referido a la búsqueda de artículos, trabajos experimentales y otros documentos requeridos para la investigación. Por ello, la presente investigación es de diseño narrativo de tópicos, ya que se analizó la información recolectada sobre el tema de investigación que es el uso del quitosano en la remoción de SST.

3.2 Categorías, Subcategorías y matriz de categorización

La matriz de categorización se puede visualizar en el Anexo N°1. La elaboración de esta revisión sistemática se realizó con cuatro categorías:

La primera categoría es el grado de desacetilación del quitosano de la cual se desglosa las subcategorías de porcentajes de desacetilación que va desde el 66% de DD hasta el 90% de DD y se empleó los criterios por su peso molecular y por su viscosidad.

La segunda categoría es las características del quitosano como removedor de SST junto con sus subcategorías biodegradable, bioactivo, bioabsorbente, biocompatible, soluble y no tóxico. Los criterios que se emplearon fueron por su aplicación y por su capacidad de acción.

La tercera categoría es el instrumento usado en el proceso de remoción de SST y las subcategorías con el test de jarras, el mezclador combinado y el agitador magnético. Los criterios empleados son el tiempo utilizado en la remoción y la eficacia de remoción de SST.

La cuarta categoría es la concentración de quitosano el cual desglosa las subcategorías que va desde el 0,2 mg/L hasta 5000 mg/L. Los criterios empleados fueron el tipo de agua residual y la cantidad de SST removidos.

3.3 Escenario de Estudio

El escenario donde se llevó a cabo la investigación en un contexto natural o el lugar donde ocurrieron los hechos (Salinas, 2015) En este trabajo el escenario de estudio fueron los laboratorios donde se elaboraron las concentraciones de quitosano, métodos de análisis, así mismo la procedencia de donde se tomaron las muestras de aguas residuales que se sometieron al tratamiento mediante el uso del quitosano.

3.4 Participantes

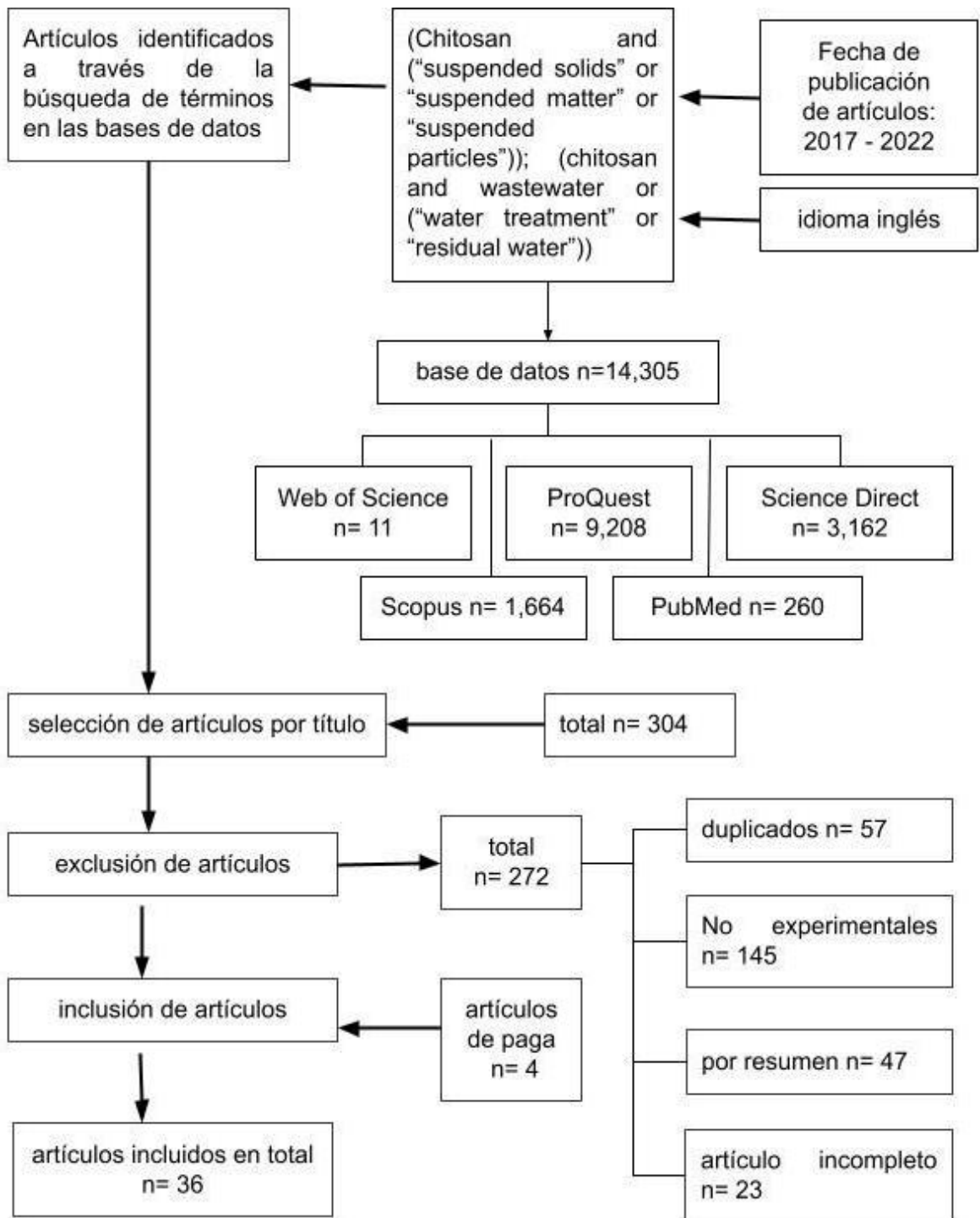
La selección de los participantes se dio mediante el método embudo, que consistió en la recolección de artículos experimentales de fuentes confiables, pero, solo se fueron conservando los que mantenían relación con el tema de interés. Los participantes fueron los artículos extraídos de las bases de datos de Scopus, Science Direct, PubMed, ProQuest y Web of Science, también se encuentran dentro de los participantes los artículos de paga.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de estudio fue el análisis documental. (Palacio et al, 2017) consiste en buscar, organizar y leer de manera completa los documentos. El instrumento de recolección de datos es la ficha de análisis documental. Arias J. (2021) permite recolectar datos e

información de fuentes en consulta, las fichas se elaboran de acuerdo a la información que se desea obtener, en este caso los objetivos que se desea identificar. Se entiende que no hay un modelo estable.

3.6 Procedimiento



Para la búsqueda de información se empleó los siguientes términos: “Chitosan and “suspended solids” or “suspended matter” or “suspended particles”, chitosan and wastewater or “water treatment”, or “residual water”. En la búsqueda sólo se consideró artículos con antigüedad de 5 años y en el idioma inglés, de los cuales se recopilaron un total de (n= 14,305) artículos. De los cuales (n=1,664) Scopus, (n=3,162) Science Direct, (n=9,208) ProQuest, (n=260) PubMed y (n=11) de Web of Science, Después se seleccionaron artículos en base al título obteniendo (n= 304) artículos. Luego, se excluyeron un total de (n= 272) artículos. De los cuales se excluyeron (n= 57) por tratarse de artículos duplicados, (n= 145) por ser artículos no experimentales, (n= 23) artículos por tener el texto incompleto y (n=47) porque el resumen no explica el tema a tratar. Finalmente se añadieron (n= 4) artículos, los cuales necesitaron de un pago para poder visualizarlos. Los documentos que se recolectaron sumaron un total de 36 artículos, los cuales fueron nuestros participantes en este trabajo.

3.7 Rigor Científico

El rigor científico en la revisión sistemática se basa en la confiabilidad de las fuentes de información. Es ahí, que se descubre el conocimiento de los estudios que existen en una temática definida de tal forma se recopila la evidencia más confiable de investigación posible, compaginar resultados de investigaciones anteriores con la visión de una investigación propia y establecer brechas del conocimiento. Al resumir las evidencias con las que se cuenta en la literatura científica en un tema específico, se llega a obtener un error y sesgo mínimos, lo que se logra con una revisión o selección de literatura científica apropiada (Mittal et al., 2017; Brackett y Batten, 2022).

La credibilidad hace referencia a la confiabilidad respecto a los resultados de la investigación (Tracy, 2010, p.482), está dada en la obtención de resultado similares de diferentes investigaciones con el mismo propósito y realizada por diferentes autores empleando los mismos métodos, instrumentos y procedimientos (Noreña, Alcaraz,

Rojas y Rebolledo,2012, p.267). Bajo este principio, la investigación tiene credibilidad ya que los resultados se basan en artículos científicos publicados en revistas indexadas en bases de datos de prestigio y reconocidas en el ámbito científico, cuyos procedimientos y resultados son validados por especialistas en el área.

La transferibilidad es la posibilidad de transferir los resultados que se obtuvieron en el proceso de investigación, la forma de lograrlo es mediante una descripción detallada de la realidad del contexto y participantes de la investigación, esto facilita determinar lo común y lo particular entre cada artículo. Por tal razón el presente trabajo puede ser transferido, debido a que aporta conocimientos a los lectores para que puedan realizarlo tomando en cuenta el contexto de aplicación (Hernández, 2014, p.458). ya que el uso del quitosano en el tratamiento de aguas residuales puede ser transferido a diversos ámbitos de aplicación y bajo diversas condiciones que no lo limitan a las muestras específicas utilizadas en las investigaciones revisadas.

La dependencia se da cuando se explica de manera clara los criterios que se emplean en la selección de participantes (Hernandez, 2014) además se utilizan métodos de análisis e interpretación para poder llevar a cabo una revisión y comparación de resultados (Noreña et al, 2012) En este caso, la revisión sistemática de literatura científica, se fundamenta en procedimientos establecidos y se indican en la presente investigación de manera clara los criterios de inclusión y exclusión aplicados, que están definidos por el ámbito de estudio y los objetivos.

La confirmabilidad también conocido como objetividad o neutralidad consiste en la veracidad de lo descrito como garantía de los resultados. En tal sentido, el investigador debe tener las habilidades suficientes para describir la información exacta extraída de los participantes y el criterio en relación al tema. (Espinoza, 2020) En la investigación la veracidad de los resultados de la revisión, está avalada por la indexación de los

artículos de los cuales se obtuvieron y las metodologías estandarizadas que se utilizaron para obtener los mismo. Por otro lado, la aplicación de los criterios de selección de los estudios revisados, también confirma la neutralidad de la investigación.

3.8 Método de Análisis de Datos

Para el análisis de la información recopilada se utilizó la matriz de categorización, que comprende los objetivos planteados según la problemática descrita. Este análisis comprende cuatro categorías que son el grado de desacetilación del quitosano, las características removedoras de SST que tiene el quitosano, instrumento que se usa en la remoción de SST y la concentración de quitosano que se usa para remover SST.

La categoría grado de desacetilación del quitosano abarcó como subcategorías los grados de desacetilación que usaron los autores de los artículos, se usó los criterios 1 y 2 para la identificación de estos grados de desacetilación, los cuales fueron el peso molecular y la viscosidad del quitosano. Estos criterios favorecieron en la selección de información, lo cual permitió la fundamentación de las respuestas en base al primer objetivo.

Respecto a la categoría, características removedoras de SST que tiene el quitosano abarcó seis subcategorías las cuales son: biodegradable, bioactivo, bioabsorbente, biocompatible, soluble y No tóxico. Para la identificación de estas características removedoras tuvimos en consideración el criterio de la aplicación del quitosano y la capacidad de acción. Estos criterios fueron de soporte en la selección de información, asimismo, ayudaron a responder el segundo objetivo.

La categoría instrumento usado en la remoción de SST abarcó tres subcategorías, las cuales son: el test de jarras, el mezclador combinado y el agitador magnético. Para la identificación de estos instrumentos

tuvimos en consideración el criterio del tiempo utilizado en la remoción de SST y el criterio de la eficacia de remoción de SST. Estos criterios sirvieron en la selección de información, así también aportaron respuesta al tercer objetivo de este trabajo.

Finalmente, la categoría concentración de quitosano que se usa para remover SST abarcó las subcategorías encontradas en los artículos, las cuales fueron las concentraciones que van desde 0,2 mg/L, 20 mg/L, 120 mg/L y 5000 mg/L. Para la identificación de estas concentraciones que se deben usar tuvimos en consideración la cantidad de quitosano que se debe usar por cada litro de agua y la cantidad de SST removidos. Estos criterios fueron de ayuda al momento de seleccionar la información y en dar respuesta al cuarto objetivo.

3.9 Aspectos éticos

Las consideraciones éticas en la investigación son un conjunto de principios que guían sus diseños y prácticas de investigación. Los científicos e investigadores siempre deben respetar un determinado código de conducta cuando recogen datos de las personas y de documentos publicados por otros autores (Fleming y Zegwaard, 2017). En el desarrollo de este trabajo de investigación se tendrá en consideración en los códigos de ética respetando los derechos del autor de las fuentes de información y también se utilizará la herramienta Turnitin para la detección de plagio. Además, se respetarán los formatos de acuerdo al ISO 690 y metodología de la universidad.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En concordancia con la metodología establecida, se seleccionaron 36 artículos de los cuales 15 se obtuvieron de Scopus (41.7%), de Science Direct se recopiló 9 artículos (25%), de Proquest se obtuvieron 7 artículos (19.4%), de PubMed se obtuvieron 3 artículos (8,3%) y 2 artículo fueron extraídos de la base de datos de Web of Science (5.3%).

4.1 Identificación del grado de desacetilación del quitosano que se usa para obtener mayor remoción de SST

Se identificaron 22 artículos, los cuales reportaron el grado de desacetilación del quitosano utilizado en la remoción de SST. Los detalles se muestran en la tabla 1.

Tabla 1

Grado de desacetilación del quitosano utilizado para la remoción de SST

Nro.	Desacetilación (%)	Peso molecular (Da)	Viscosidad (mPa.s)	Referencia
1	71.0	37500	210	Jawad (2022)
2	90.5	470000	908	Oza et al. (2022)
3	84.8	92000	311	Olajire y Bamigbade (2021)
4	90.0	82000	513	Zeng et al. (2019)
5	85.0	83400	195	Du et al. (2018)
6	85.0	217000	391	Maria et al (2020)
7	95.0	750000	460	Chen et al. (2020)
8	85.0	33400	221	Khoerunnisa et al. (2021)
9	88.2	800000	592	Melo et al (2017)
10	85.0	900000	856	Zaman et al. (2021)
11	72.9	35000	305	Zhao et al. (2022)
12	85.0	35000	114	Maćczak et al. (2022)
13	90.0	840000	416	Lichtfouse et al. (2019)
14	88.5	844000	495	Xu et al. (2021)
15	80.0	161000	317	Ezziddine et al. (2020)
16	85.0	370000	200	Mary y Leena (2022)
17	88,0	50000	117	Kangama et al. (2018)
18	79,6	157000	584	Trang et al. (2021)
19	90,0	600000	500	Soros et al. (2019)
20	85,0	324000	180	Vigneshwaran et al. (2020)

Nro.	Desacetilación (%)	Peso molecular (Da)	Viscosidad (mPa.s)	Referencia
21	85,0	375000	215	Hatta et al. (2021)
22	66,5	62000	190	Stroparo, Mollinari y de Souza (2018)

De la tabla 1 se obtiene que el mayor rango de grados de desacetilación reportado se encuentra entre 66,5 y 95%, siendo el de 85%, el grado de mayor uso. La mayor frecuencia de valores se encontró en el rango entre 83 y 85%, También con una frecuencia importante entre 88 y 90%, Fueron pocos los trabajos revisados que utilizaron quitosanos fuera de esos rangos. Por otra parte, el peso molecular se ubicó en el rango entre 33400 y 900000 Da, con un valor promedio de 332650 Da. La mayoría de los pesos moleculares se ubica entre 80000 y 500000 Da, con una mayor frecuencia entre 80000 y 140000 Da. De igual forma se tiene cantidad importante entre 780000 y 840000 Da. La viscosidad también se observa dentro de un rango entre 114 y 908 mPa.s, con un promedio de 367 mPa.s y se distribuye mayoritariamente entre 50 y 650 mPa.s, con un pico mayor de frecuencia entre 100 y 200 mPa.s. Aunque en menor proporción, se encontraron estudios que utilizaron muestras de quitosano con viscosidades que se ubicaron entre 800 y 950 mPa.s.

El máximo grado de desacetilación del quitosano fue reportado por Chen et al. (2020), con 95%, quienes analizaron monómeros de quitosano y concluyeron que los mismos fueron superiores a los floculantes orgánicos convencionales, así mismo explicaron mediante estudios mecanísticos que existe excelente propiedad de absorción, una floculación superior y alto rendimiento antibacteriano. También destacan grados de desacetilación entre 90 y 90.5% (Lichtfouse et al., 2019; Soros et al., 2019; Zeng et al., 2019; Oza et al., 2022) por lo que se puede considerar que en estos trabajos se utilizó un quitosano con alto grado de desacetilación y como lo indican Xue et al. (2022) esto afecta directamente a la solubilidad, la cristalinidad, la viscosidad, la capacidad de intercambio iónico, la tensión, la capacidad de floculación, la actividad inmunológica y las reacciones químicas relacionadas

con las aminas presentes en el quitosano. Se resalta que la mayor frecuencia de grados de desacetilación se ubican entre 83 y 85%, lo que en referencia a Budishevskaja et al. (2020) se considera como de grado medio de desacetilación del quitosano, que puede disolverse parcialmente en agua, ya que el rango medio se encuentra entre 70 y 85%.

Por otro lado, el menor grado de desacetilación fue reportado por Stroparo, Mollinari y de Souza (2018) siendo de 66,5%, que según lo indican Budishevskaja et al. (2020) se define como un bajo grado de desacetilación del quitosano Boi et al. (2020), que es casi completamente insoluble en agua, al estar dentro del rango de 55 a 70%. Se puede concluir que los diferentes grados de desacetilación del quitosano utilizados en los estudios referenciados inducen a que la actividad del quitosano empleado discrepe de la de floculantes y antibióticos convencionales, lo que se debe a las diferentes proporciones de quitina formada en el camarón, las condiciones ambientales, los factores de nutrición, el pH, la cantidad de metales pesados en el agua y la edad del organismo (Stroparo, Mollinari y de Souza, 2018).

Los pesos moleculares del quitosano utilizado en los estudios revisados tuvieron un rango amplio con un mínimo en 35000 Da (Zhao et al., 2022; Maćczak et al., 2022) y un máximo de 900000 Da (Zaman et al., 2021), asimismo, y en concordancia con esto, las viscosidades también presentaron un rango amplio con un mínimo reportado de 117 mPa.s (Kangama et al., 2018) y máximo de 908 mPa.s (Oza et al., 2022). De lo anterior es claro que como un compuesto biopolimérico, el quitosano puede presentar diferentes grados de pureza y características que lo definen como de bajo, medio y alto peso molecular (Cheba, 2020). Por su parte, se observa que tanto los pesos moleculares como la viscosidad se concentran en los rangos bajos, por lo que se puede considerar que existe una relación entre ellos, lo que corresponde con lo expresado por Varan (2017) y Ngoc et al. (2020).

Respecto al efecto del peso molecular en la capacidad de absorción del quitosano y por ende en su eficiencia, Younis, Aly-Eldeen y Elkady (2019)

indican que la eficiencia es mayor en el caso del quitosano con menor peso molecular y mayor grado de desacetilación, porque el quitosano con estas características contiene la mayor cantidad de grupos libres $-NH_2$. De lo anterior es deducible que la viscosidad tenga también un efecto inverso en la eficiencia del quitosano, ya que como lo indican Boi et al. (2020) las menores viscosidades generan una mayor eficiencia de absorción del quitosano y por ende mayores porcentajes de remoción

4.2 Identificación de las características del quitosano en la remoción de SST presentes en aguas residuales

Con base en lo establecido en la metodología y la categorización del estudio, se identificaron 36 artículos donde los autores indicaron las características del quitosano utilizado en la remoción de SST. Este resultado se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Características del quitosano utilizado para la remoción de SST

Nro.	Característica	Aplicación	Capacidad de acción	Referencia
1	Biodegradable	Absorbente	Remoción de color	Mary y Leena (2022)
	No tóxico			
	Bioabsorbente			
2	Bioactivo	Bactericida	Actividad inhibidora	Jawad (2022)
3	Bioabsorbente	Coagulante	Reducción de algas, SST y turbidez	Rania et al. (2022)
	Soluble			
4	Biodegradable	Coagulante y Floculante	Bactericida, remoción de SST y turbidez	Oza et al. (2022)
	Bioactivo			
5	Soluble	Coagulante	Remoción de SST, SDT y turbidez	Maria et al. (2020)
	No tóxico			
6	Bioactivo	Floculante	Remoción de SST, turbidez y DQO	Wang et al. (2019)
7	Biocompatible	Coagulante y Floculante	Remoción de turbidez	Tong et al. (2022)

Nro.	Característica	Aplicación	Capacidad de acción	Referencia
8	Bioabsorbente	Coagulante	Remoción de turbidez	Karchiyappan (2022)
9	Bioabsorbente	Coagulante	Remoción de turbidez y DBO ₅	Nouj et al. (2021)
10	Biocompatible	Coagulante	Remoción de turbidez y reducción de viscosidad	Anaya-Esparza et al. (2022)
	No tóxico			
11	Biocompatible	Bactericida	Capacidad biocatalítica	Melo et al. (2017)
12	Bioabsorbente	Coagulante y Floculante	Remoción de turbidez, DBO, DQO y SST	Olajire y Bamigbade (2021)
13	Bioactivo	Coagulante	Remoción de turbidez, SST y polifenoles	Bindes et al. (2019)
14	Bioactivo	Floculante	Remoción de turbidez, SST y antibióticos	Yang et al. (2020)
15	Bioactivo	Floculante	Remoción de turbidez y esterilización	Li et al. (2022)
16	Bioactivo	Floculante	Remoción de SST	Zeng et al. (2019)
17	Bioactivo	Floculante	Remoción de turbidez y antibióticos	Du et al. (2018)
18	Bioactivo	Floculante	Remoción de turbidez	Chen et al. (2020)
19	Bioabsorbente	Floculante	Remoción de turbidez y DQO	Zhao et al. (2022)
20	Bioabsorbente	Floculante	Remoción de turbidez	Liu et al. (2018)
21	Bioactivo	Coagulante	Remoción de turbidez, DQO y SST	Hassan et al. (2022)
22	Bioabsorbente	Coagulante	Remoción de turbidez y dealcalización	Khoerunnisa et al. (2021)
23	Bioactivo	Coagulante	Remoción de turbidez y metales	Zaman et al. (2021)

Nro.	Característica	Aplicación	Capacidad de acción	Referencia
24	Biodegradable	Floculante	Remoción de turbidez	Kangama et al. (2018)
	Bioactivo			
25	Bioactivo	Coagulante	Remoción de SST	Wulandari et al. (2021)
26	Bioactivo	Floculante	Remoción de turbidez y hierro	Maćczak et al. (2022)
	Biodegradable			
27	Biodegradable	Coagulante	Remoción de turbidez	Iber et al. (2021)
	No tóxico			
28	Biodegradable	Coagulante	Remoción de SST y turbidez	Momeni et al. (2018)
	Bioactivo			
29	Biodegradable	Coagulante y Floculante	Remoción de turbidez y SST	Lichtfouse et al. (2019)
	Biocompatible			
	No tóxico			
30	Bioactivo	Floculante	Remoción de SST	Xu et al. (2021)
31	Bioactivo	Floculante	Remoción de turbidez y SST	Ezziddine et al. (2020)
32	Biocompatible	Coagulante	Remoción de turbidez y SST	Trang et al. (2021)
33	Bioabsorbente	Coagulante	Remoción de turbidez	Soros et al. (2019)
34	Biodegradable	Coagulante	Remoción de turbidez	Vigneshwaran et al. (2020)
	No tóxico			
35	Bioactivo	Floculante	Remoción de SST, y antibacterial	Hatta et al. (2021)
36	Bioabsorbente	Floculante	Remoción de SST, DQO, turbidez, color y aceites y grasas	Stroparo, Mollinari y de Souza (2018)

Las principales características por las cuales el quitosano fue utilizado para la remoción de SST fueron su bioactividad, biodegradabilidad, baja toxicidad, su capacidad como bioabsorbente, además de ser biocompatible y soluble. La característica que más se destaca es la bioactividad del quitosano, la cual

fue destacada en 18 artículos, seguida por la característica de bioabsorción que fue reportada en 10 artículos y en tercer lugar la biodegradabilidad que se tomó en cuenta en 8 de los estudios revisados. El quitosano como polímero bioactivo fue estudiado en el 36,73% de los estudios revisados, siendo esta la principal característica deseable para su uso como agente químico en el tratamiento de aguas residuales. De igual manera, las características como bioabsorbente y biodegradable presentaron porcentajes importantes de 20,41 y 16,33% respectivamente. La característica que menos se tomó en consideración fue su capacidad soluble con 4,08%. Respecto a la actividad, en 19 de los estudios se aplicó como coagulante, lo que hace de esta aplicación la más común, seguida de la aplicación como floculante en 18 de los estudios, observándose 4 artículos donde fue aplicado como ambos. En menor proporción fue aplicado como bactericida (2) Lo anterior indica que el quitosano fue utilizado en el 92.5% de los estudios revisados como coagulante y/o floculante, destacando su actividad como coagulante con el 47.5% de aplicación y como floculante en 45.0%. Otro uso importante, aunque minoritario fue como bactericida, con 5.0% de aplicación en los estudios revisados. El quitosano fue utilizado mayoritariamente por su acción en la remoción de SST, por lo que en 27 artículos fue la capacidad de acción medida, así como su capacidad para remover turbidez la cual fue estudiada en 12 de los artículos revisados. También destacó su capacidad en la remoción de DQO y Actividad inhibidora de bacterias estudiadas en 5 y 3 artículos respectivamente. De allí que la remoción de SST fue estudiada como la acción principal en 42.86% de los estudios revisados, secundada por la remoción de turbidez que representó el 19.05% de la capacidad de acción estudiada. El resto de las capacidades de acción, fueron minoritarias, con un aporte bajo pero importante de la capacidad de remoción de DQO 7,94% y la capacidad bactericida 4,76%. La principal característica observada en el quitosano para su uso en la remoción de SST fue ser bioactivo. El quitosano es un polímero bioactivo con una amplia variedad de aplicaciones debido a sus propiedades funcionales como la actividad antibacteriana, la no toxicidad, la facilidad de modificación y la biodegradabilidad (Oliveira et al., 2021), lo que hace que

esta sea una de sus características más deseadas para su uso como agente coagulante en la remoción de SST y turbidez en tratamiento de agua, así como agente antibacterial. Por su parte, Kou, Peters y Mucalo (2022) indican que el quitosano tiene muchos atributos deseables, por ejemplo, propiedades antimicrobianas y favorece la cicatrización de heridas, y se utiliza en diversas aplicaciones y que demuestra muchas bioactividades beneficiosas a través de múltiples mecanismos que lo hacen objeto de estudio en diversos campos como el tratamiento de agua y la medicina. La actividad coagulante como principal motivo de estudio, tal como lo expresan Sibiya et al. (2022) el uso del quitosano como coagulante en el tratamiento de aguas residuales se debe a que posee grupos funcionales cargados positivamente, que le aportan un mayor potencial para interactuar con los grupos hidroxilos (OH-) de la celulosa de las aguas residuales, reduciendo los SST presentes y por ende la turbidez. De igual manera, la aplicación del quitosano como floculante también fue destacada por Lichtfouse et al. (2019), quienes expresan que el mismo neutraliza las cargas negativas y produce el puenteo de partículas desestabilizadas agregadas, por lo que se ha producido un rápido aumento en su aplicación como biofloculante y en el desarrollo de nuevos materiales a base del mismo, por ejemplo, quitosanos injertados, compuestos y materiales híbridos, para procesos de biofloculación directa. Las principales aplicaciones potenciales son el tratamiento de aguas y aguas residuales, la deshidratación de lodos, la recolección de microalgas y la flotación por aire disuelto (Kangama et al., 2018).

Aunque se observó una menor aplicación del quitosano como bactericida (Melo et al., 2017; Jawad, 2022) esta se ha estudiado como una aplicación importante del quitosano debido a que tiene propiedades antimicrobianas que impiden el crecimiento de los gérmenes, como su importante efecto en la inhibición del crecimiento de la familia Enterobacteriaceae, ya que contiene múltiples especies relacionadas bioquímica y genéticamente (Jawad, 2022). En este contexto, Negi y Kesari (2022) indican que la naturaleza catiónica del quitosano presenta una actividad antibacteriana

debido a su interacción con las membranas bacterianas cargadas negativamente, lo que hace que su aplicación en este campo sea de importancia, por tal motivo se observa la existencia dentro de la revisión de artículos en donde no solo se utiliza para la remoción de SST y turbidez, sino para la neutralización y eliminación de bacterias y otros microorganismos, aunque la actividad antimicrobiana del quitosano varía, ya que ésta se asocia a sus características fisicoquímicas y depende del tipo de microorganismo (Ke et al., 2021).

La no toxicidad del quitosano es una característica de importancia que fue referido en seis de los artículos revisados (Lichtfouse et al., 2019; Maria et al., 2020; Vigneshwaran et al., 2020; Iber et al., 2021; Anaya-Esparza et al., 2022; Mary y Leena, 2022). Esta característica hace que el mismo sea de estudio común para su uso en aplicaciones de tratamiento de aguas y en biomedicina, tal como lo expresan Setiyorini, Anggraeni y Pintowantoro (2022) quienes hacen mención a que el quitosano es un biosorbente potencial por ser no tóxico, una característica deseable sobre todo en aplicaciones de tratamiento de aguas, además de que por presentar grupos aminos tiene potencial para la captación de cationes metálicos que pueden eliminar metales pesados del agua. De igual forma, se corroboró que el quitosano por su actividad coagulante/floculante presenta una capacidad de acción preferencial en la remoción de SST y turbidez, parámetros que están relacionados, ya que la turbidez está caracterizada por la presencia de materiales en suspensión como arcilla, limo y materia orgánica (Abdullah y Jaeel, 2019). Esto se observó en la revisión realizada, donde las capacidades de remoción de turbidez y de sólidos suspendidos fueron las de mayor estudio. En tal sentido, autores como Lima, Almeida y Abreu (2020) demostraron que el quitosano es eficiente en por lo menos 99% para la remoción de SS y que además la eficiencia operativa es proporcional a la turbidez del agua, cuanto más turbia, mejor rendimiento tiene el proceso de clarificación.

4.3 Identificación del instrumento más usado con el quitosano para la remoción de SST

Acorde con la categorización del estudio, se identificaron como instrumentos utilizados para la realización de los ensayos del quitosano como removedor de SST, los test de jarras, los mezcladores combinados, el agitador magnético. De acuerdo a la revisión realizada, se identificaron 34 artículos donde se establecieron e indicaron los instrumentos utilizados y el resultado se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Instrumentos más usados con el quitosano para la remoción de SST

Nro	Instrumento	Tiempo (min)	Eficacia de remoción (%)	Referencia
1	Mezclador combinado	20	98.5	Rania et al. (2022)
2	Test de jarras	30	99,0	Oza et al. (2022)
3	Test de jarras	30	99,0	Maria el al. (2020)
4	Agitador magnético	30	96,9	Wang et al. (2019)
5	Test de jarras	25	84,0	Tong et al. (2022)
6	Mezclador combinado	30	59.9	Karchiyappan (2022)
7	Test de jarras	30	98,3	Nouj et al. (2021)
8	Test de jarras	20	90,5	Anaya-Esparza et al. (2022)
9	Test de jarras	30	54,9	Olajire y Bamigbade (2021)
10	Test de jarras	20	95.0	Bindes et al. (2019)
11	Test de jarras	30	93,0	Yang et al. (2020)
12	Test de jarras	30	98,9	Li et al. (2022)
13	Test de jarras	10	92,1	Zeng et al. (2019)
14	Test de jarras	20	90,0	Chen et al. (2020)
15	Test de jarras	40	84,5	Zhao et al. (2022)
16	Mezclador combinado	20	98,3	Liu et al. (2018)
17	Test de jarras	30	98,9	Hassan et al. (2022)
18	Test de jarras	40	75,4	Khoerunnisa et al. (2021)
19	Test de jarras	30	99,0	Mary y Leena (2022)
20	Test de jarras	30	99,0	Zaman et al. (2021)

Nro	Instrumento	Tiempo (min)	Eficacia de remoción (%)	Referencia
21	Test de jarras	30	94,0	Jawad (2022)
22	Test de jarras	20	99,0	Lichtfouse et al. (2019)
23	Mezclador combinado	10	96,4	Kangama et al. (2018)
24	Test de jarras	30	97,8	Wulandari et al. (2021)
25	Test de jarras	15	96,0	Maćczak et al. (2022)
26	Test de jarras	20	90,1	Momeni et al. (2018)
27	Test de jarras	30	96,3	Xu et al. (2021)
28	Test de jarras	20	96,0	Ezziddine et al. (2020)
29	Agitador magnético	20	95,0	Iber et al. (2021)
30	Mezclador combinado	30	93,0	Trang et al. (2021)
31	Test de jarras	30	98,2	Soros et al. (2019)
32	Mezclador combinado	10	84,0	Vigneshwaran et al. (2020)
33	Agitador magnético	10	98,2	Hatta et al. (2021)
34	Agitador magnético	180	70,0	Stroparo, Mollinari y de Souza (2018)

De los 34 artículos seleccionados en los cuales se especificó el instrumento utilizado para las pruebas del quitosano en la remoción de SST, el más utilizado fue el test de jarras con 24 y en menos trabajos se utilizaron instrumentos como el mezclador combinado (6) y el agitador magnético (4). Por ello, el 70.59% de los artículos revisados se utilizó como instrumento para medir la capacidad de remoción de SST del quitosano, el test de jarras. El sistema de mezclador combinado se utilizó en el 17.65% de los estudios realizados y el agitador magnético en el 11.76% de los artículos. El uso de estos instrumentos estuvo ligado al tiempo de prueba, que como se observa en la tabla 3 estuvo en un rango Khoerunnisa et al. (2021) entre 10 y 180 min, con una mayor frecuencia de 30 min de prueba, que fue establecido en 16 artículos, secundado por un tiempo de 20 min que se utilizó en 9 de los artículos. Esto implica que, la mayor frecuencia de tiempo se encuentra entre los menores a 40 min, con el tiempo de 30 min siendo utilizado en el 47.06% de los estudios y en conjunto los tiempos menores a 40 min representan el

91.18% de los utilizados en los ensayos de prueba del quitosano como coagulante y/o floculante. La eficacia de remoción estuvo comprendida en el rango entre 54.9 y 99.0% con un valor medio de 91.4%. La mayoría de las eficacias de remoción se ubican por encima del 90.0%, lo que representa el 79.39% de los estudios realizados y revisados. La máxima eficacia reportada fue de 99.0%, en el 14.71% de los artículos, lo que demuestra el uso potencial del quitosano.

Respecto al uso mayoritario del test de jarras, Schott (2020), indica que los procedimientos de test de jarras aportan datos útiles para ayudar a operadores de plantas de tratamiento de agua e ingenieros a seleccionar el mejor coagulante y la dosis óptima, de allí su aplicación en investigación sobre agentes coagulantes. Este método permite la optimización de la capacidad de sedimentación de los flóculos formados, lo que contribuye a la reducción de los sólidos, también a prolongar el funcionamiento de filtros y a mejorar el rendimiento general de las plantas de tratamiento. Otro instrumento de uso común, según lo revisado, fue el mezclador, el cual fue utilizado en seis de los estudios revisados (Kangama et al., 2018; Liu et al., 2018; Trang et al., 2021; Vigneshwaran et al., 2020; Karchiyappan, 2022; Rania et al., 2022). Al respecto Fleite et al. (2020) hacen referencia a que el uso de mezcladores para la etapa de floculación ha tenido especial aplicación a las aguas residuales urbanas o mineras, donde se ha demostrado el efecto positivo de los mezcladores sobre la sedimentación, por lo que los mismos son de especial utilidad en la determinación de coagulantes y dosis óptimas. El uso de los agitadores magnéticos se corroboró en cuatro de los estudios revisados (Stroparo, Mollinari y de Souza, 2018; Wang et al., 2019; Iber et al., 2021; Hatta et al., 2021) y aunque se considera un instrumento minoritario, Pivokonský et al. (2022) consideran que es una alternativa importante en la agitación de la solución a clarificar en las pruebas de coagulación/floculación, por lo que se utiliza en combinación con otras metodologías como el test de jarras, para obtener un resultado de mayor confiabilidad.

El tiempo es fundamental en el proceso de coagulación/floculación debido a que de él depende el tamaño y la distribución de los flóculos (Pivokonský et al., 2022) y por ende la eficiencia de remoción de los SST y la turbidez. (Narges et al. 2021) indican que la duración de la floculación da tiempo a que aumente la colisión de las partículas, lo que mejora la formación de flóculos, produciendo flóculos más pesados que mejoran la capacidad de sedimentación para la mayoría de los frascos hasta el punto de disminución de los rendimientos (Zainol, Goh y Zainal, 2021). Narges et al. (2021) referencia que los tiempos óptimos de proceso de coagulación/floculación en el test de jarras se encuentra entre 10 y 30 min, lo que es consistente con los resultados obtenidos de la revisión, lo que incide de manera directa en las altas eficiencias que se obtuvieron. Lo anterior queda claro, al observar tres estudios donde el tiempo fue mayor a 30 min, los de Khoerunnisa et al. (2021) y Zhao et al. (2022) con 40 min, cuyas eficiencias no llegaron a 90% (75.4% y 84.5% respectivamente) y el de Stroparo, Mollinari y de Souza (2018) quienes utilizaron 180 min y obtuvieron una eficiencia de 70%. Esto corrobora el hecho de que un mayor tiempo no beneficia el proceso de coagulación/floculación, pues la efectividad es dependiente de otros factores como el pH y el grado de desacetilación del quitosano.

Es de hacer notar que, en cuatro de los estudios, aun con tiempos óptimos menores a 30 min, las eficiencias fueron menores a 90%, como lo fueron los trabajos de Vigneshwaran et al. (2020) con 10 min y 84% de efectividad, el de Olajire y Bamigbade (2021) con 30 min y 54.9% de efectividad, el de Karchiyappan (2022) con 30 min y 59.9% de efectividad y el de Tong et al. (2022) con 25 min y 54.9% de efectividad. Aun así se observó que el 79.39% de los artículos revisados reportaron eficiencias de remoción de 90% o superiores, esto en opinión de Pardede y Budihardjo (2018), se debe a que la eficiencia de remoción del quitosano depende del pH de la suspensión, lo que se puede explicar por el alto contenido de grupos aminos en la quitina, que proporcionan carga catiónica a pH ácido y pueden desestabilizar la suspensión coloidal para promover el crecimiento de grandes flóculos de asentamiento rápido que luego pueden flocular, por lo que el efecto, aun

cuando depende del tiempo, tendrá una magnitud que estará condicionada o determinada por las condiciones del test realizado y las características propias del quitosano y del agua a tratar.

4.4 Identificar la concentración de quitosano que se usa para la remoción de SST

La aplicación del quitosano en la remoción de SST se ha hecho con base en diferentes dosis, que van desde 0.2 mg/L (Maćczak et al., 2022) hasta 5000 mg/L (Trang et al., 2021), entre ese rango se tienen diferentes dosificaciones, las cuales son dependientes de las condiciones propias de los ensayos y de las características del agua tratada. Los resultados de la revisión, arrojaron un total de 35 artículos donde se especificó la dosis utilizada, lo que puede ser observado en la tabla 4.

Tabla 4

Concentraciones usadas del quitosano para la remoción de SST

Nro.	Concentración (mg/L)	Cant. de quitosano (mg)	SST Removidos (mg)	Tipo de agua	Referencia
1	2	6	227,5	Agua residual simulada	Rania et al. (2022)
	4				
	6				
	8				
	10				
	12				
2	10	10	861,3	Agua Residual	Oza et al. (2022)
3	15	20	118,8	Agua residual de Carbón	Maria et al. (2020)
	20				
	25				
	30				
	35				
4	40	40	387,6	Agua Residual de Carbón	Wang et al. (2019)
5	100	100	739,2	Agua	Tong et al. (2022)

Nro.	Concentración (mg/L)	Cant. de quitosano (mg)	SST Removidos (mg)	Tipo de agua	Referencia
	450			Residual de Piscigranja	
	800				
6	500	800	295,0	Agua residual de industria automotriz	Karchiyappan (2022)
	800				
	1000				
7	6	12	909,3	Agua residual de procesamiento de mariscos	Nouj et al. (2021)
	9				
	12				
8	500	500	876,0	Agua residual de industria farmacéutica	Anaya-Esparza et al. (2022)
	1000				
	2000				
	4000				
9	10	40	54,9	Aguas tratadas de industria alimentaria	Olajire y Bamigbade (2021)
	20				
	30				
	40				
	50				
	60				
10	25	500	6935,0	Aguas Residuales de Almazara	Bindes et al. (2019)
	50				
	100				
	200				
	500				
	750				
	1000				
	2000				
11	10	10	221,3	Aguas Superficiales	Yang et al. (2020)
	20				
	30				
	40				
	50				
	60				
12	100	400	1262,9	Aguas residuales simuladas	Li et al. (2022)
	200				
	300				

Nro.	Concentración (mg/L)	Cant. de quitosano (mg)	SST Removidos (mg)	Tipo de agua	Referencia
	400				
	500				
	600				
	700				
	800				
13	4	20	1842,0	Agua Residual Industrial	Zeng et al. (2019)
	8				
	12				
	16				
	20				
	24				
	28				
14	10	40	80,0	Agua Residual de descarga de PTAR	Du et al. (2018)
	20				
	30				
	40				
15	2	8	282,0	Agua Residual Municipal	Lichtfouse et al (2019)
	4				
	6				
	8				
	10				
16	2	8	450,0	Agua residual Simulada	Chen et al. (2020)
	4				
	6				
	8				
	10				
	12				
17	40	140	1024,9	Aguas residuales de lavandería	Zhao et al. (2022)
	50				
	60				
	70				
	80				
	90				
	100				

Nro.	Concentración (mg/L)	Cant. de quitosano (mg)	SST Removidos (mg)	Tipo de agua	Referencia
	110				
	120				
	130				
	140				
	150				
	160				
	170				
	180				
18	5	30	491,5	Agua residual simulada	Liu et al. (2018)
	10				
	20				
	30				
	40				
	50				
	60				
19	122	122	118,7	Aguas Residuales	Hassan et al. (2022)
20	400	400	319,0	Agua Residual	Khoerunnisa et al. (2021)
21	100	150	1036,5	Agua Residual	Iber et al. (2021)
	150				
	200				
	250				
	300				
22	5	10	128,9	Agua de descarga de PTAR	Zaman et al. (2021)
	10				
	15				
	20				
23	0.1	0.6	56,4	Agua residual simulada	Melo et al. (2017)
	0,6				
	1,1				
24	2	12	297,0	Agua sintética	Mary y Leena (2022)
	4				
	6				
	8				
	10				
	12				

Nro.	Concentración (mg/L)	Cant. de quitosano (mg)	SST Removidos (mg)	Tipo de agua	Referencia
	14				
	16				
25	25	200	336,0	Agua sintética	Vigneshwaran et al. (2020)
	50				
	75				
	100				
	125				
	150				
	200				
26	300	300	586,8	Agua residual industrial	Wulandari et al. (2021)
	600				
27	0.1	0.2	199,7	Agua residual de descarga de PTAR	Maćczak et al. (2022)
	0,2				
	0,5				
	1,0				
	2,0				
28	2000	3000	901,0	Agua residual de fábrica de levadura	Momeni et al. (2018)
	2200				
	2400				
	2600				
	2800				
	3000				
29	2	5	963,0	Aguas residuales	Xu et al. (2021)
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
	30				
25					
40					
31	50	50	380,0	Agua	Jawad (2022)

Nro.	Concentración (mg/L)	Cant. de quitosano (mg)	SST Removidos (mg)	Tipo de agua	Referencia
				Residual Simulada	
32	5000	5000	1748,4	Agua residual	Trang et al. (2021)
33	1	3	294,6	Agua residual artificial	Soros et al. (2019)
	3				
	10				
	30				
34	10	15	4693,9	Agua residual industrial	Hatta et al. (2021)
	15				
	20				
	30				
	40				
	50				
	60				
	70				
	80				
	90				
100					
35	800	800	170,4	Agua residual de biodiesel	Stroparo, Mollinari y de Souza (2018)

Como se observa en la tabla 4, las dosis de quitosano aplicadas dependen de las condiciones propias del estudio realizado, así se tiene un rango amplio de dosis óptimas, entre 0.2 mg/L y 5000 mg/L, lo que da un promedio entre los valores reportados por los diferentes autores de 366 mg/L. Lo anterior indica que la cantidad de quitosano aplicado es muy variable, sin embargo, la mayor frecuencia de concentraciones se encuentra por debajo de los 800 mg/L con un porcentaje de 94.29%, estando el 54.29% en concentraciones menores a 75 mg/L. Esto indica que el quitosano es efectivo a concentraciones bajas. Respecto a la cantidad de SST removido, esta depende de la cantidad de SST original en el agua a tratar y de la eficacia de remoción, de allí que los valores se encuentren en un rango entre 54.9 y 8352 mg con un promedio de 1075.5 mg removidos, de allí que, las cantidades de SST removidos se concentran por debajo de 8500 mg y el

77.14% son menores a 3500 mg. Esto indica que en los estudios se utilizaron cantidades relativamente bajas de SST, las cuales fueron removidas eficientemente por el quitosano.

La aplicación del quitosano en la remoción de SST puede presentar dosis que dependen de condiciones específicas como la temperatura, el pH, la concentración de los SST, presencia de microorganismos en el agua, entre otras (Mahmudabadi et al., 2018). El uso de concentraciones bajas observadas en la revisión, en opinión de Lichtfouse et al. (2019) se debe principalmente a que, aun cuando la efectividad aumenta con la cantidad aplicada, la insolubilidad del quitosano en el agua limita su aplicación en los procesos de tratamiento del agua. En consecuencia, se han sintetizado derivados de quitosano solubles en agua, los cuales pueden utilizarse a mayores concentraciones (Sibiya et al., 2022). De allí que trabajos como los de Momeni et al. (2018), Stroparo, Mollinari y de Souza (2018), Trang et al. (2021) y Karchiyappan (2022), hayan utilizado derivados del quitosano para poder contrarrestar la insolubilidad del mismo, tales como el modificado por el cloruro de (3-cloro 2-hidroxipropilo) trimetilamonio, los modificados con cloruro de polialuminio y poliacrilamina o el polímero amino polisacárido de quitosano.

Se pudo observar que en la mayoría de los casos, los diseños experimentales incluyeron ensayos con diferentes dosis de quitosano, sin embargo, en algunos estudios, se aplicó una dosis única y se probaron diferentes coagulantes/floculantes para compararlos con el quitosano, como el caso de Wulandari et al. (2021) quienes compararon la efectividad del quitosano en comparación con el aluminio como coagulante, así mismo Tran et al. (2020) compararon al quitosano con derivados del aluminio y de aminas, con una dosis única de aplicación. También se realizaron estudios donde se utilizaron diferentes derivados del quitosano con una dosis única (Khoerunnisa et al., 2021; Hassan et al., 2022) en los que se escogió de forma estadística el derivado con el mejor desempeño. Así mismo se encuentra el trabajo de Oza et al. (2022) quien con una dosis de 10 mg/L

comparó la efectividad del quitosano en como antibacterial aplicado a la E. coli KO11 y la MS2 coliphage LRVs. Por su parte, Jawad. (2022) evaluó la efectividad de una dosis única de quitosano aplicada a muestras con diferentes sólidos suspendidos, como sílica y arcilla. De igual forma, Stroparo, Mollinari y de Souza (2018) con una única concentración de quitosano, analizaron la influencia de factores como el pH y la temperatura sobre la eficacia del mismo

V CONCLUSIONES

- Se identificó los grados de desacetilación que tuvo el quitosano utilizado en la remoción de SST, los cuales se encuentran entre un rango que va desde 66,5 hasta 95%, lo que afecta en la solubilidad, la cristalinidad, la viscosidad y la capacidad de floculación, esto induce a que el quitosano discrepe frente a la actividad de floculantes convencionales.
- Se identificó que la principal característica del quitosano para su uso en la remoción de SST fue ser bioactivo, deseable por su uso como agente químico en el tratamiento de aguas residuales debido a sus propiedades funcionales como la biodegradabilidad, facilidad de modificación y la no toxicidad. La aplicación más común fue el de coagulante seguido de floculante
- Se identificó que el instrumento más usado para la remoción de sólidos suspendidos totales fue el test de jarras, mayormente usado porque aportan datos útiles para ayudar a la comunidad científica e investigadores a seleccionar el mejor coagulante y la dosis óptima que se debe utilizar en la remoción de SST.
- Se identificó que, la concentración de quitosano que se usa para remover SST va desde 0,2 mg/L, 300 mg/L, esto indica que es efectivo a concentraciones bajas, pero puede variar según las condiciones del agua residual como la temperatura, el pH, presencia de microorganismos, así también, otros contaminantes presentes en las aguas.

VI RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la comunidad científica desarrollar investigaciones sobre los beneficios económicos de usar el quitosano natural y proponer alternativas de floculantes y coagulantes que se puedan extraer de la economía circular, lo que es beneficioso para la valorización de los residuos.
- Se recomienda realizar investigaciones experimentales sobre los alcances que tiene el quitosano como removedor de color y turbidez frente a otros contaminantes que contengan las aguas residuales y los posibles efectos que generaría los residuos de quitosano en la salud de las personas
- Se recomienda estudiar a detalle la procedencia del quitosano y realizar investigaciones experimentales para determinar si la procedencia influye en la eficiencia del polímero bioactivo en su amplia variedad de aplicaciones debido a sus propiedades funcionales para su uso como removedor de SST

REFERENCIAS

1. Abdullah, Hala y Jaeel, Ali. Chitosan as a widely used coagulant to reduce turbidity and color of model textile wastewater containing an anionic dye (acid blue). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering [en línea]. 2019, vol. 584, p. 012036. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1757-899x/584/1/012036> ISSN: 1757-899X.
2. Agbovi, Henry y Wilson, Lee Design of amphoteric chitosan flocculants for phosphate and turbidity removal in wastewater. Carbohydrate polymers [en línea]. Junio 2018, vol. 189, p. 360-370. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.02.024> ISSN: 0144-8617.
3. Ambar Gonzabay, Harry Vite, Victor Garzón, Patricio Quizhpe, Análisis de la producción del camarón en Ecuador, Pol. Con. (Edición núm. 62) Vol. 6, No 9, septiembre 2021, pp. 1040-1058, 2021. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8094522.pdf> ISSN: 2550 - 682X.
4. AGUILAR-ASCÓN, Edwar [et al]. Optimizing the Reduction of Total Suspended Solids in Pump Water from Fish Factories Through Electrocoagulation using Response Surface Methodology. Journal of Ecological Engineering [en línea]. Junio 2021, vol. 22, no 6, p. 269–277. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.12911/22998993/137079> ISSN: 2299–8993.
5. Ahrazem, Oussama, et al. The specialized roles in carotenogenesis and apocarotenogenesis of the phytoene synthase gene family in saffron. Frontiers in plant science, 2019, vol. 10, p. 249. Disponible en <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00249> .

6. Anaya-Esparza, Luis Miguel [et al]. Effect of Mixed Oxide-Based TiO₂ on the Physicochemical Properties of Chitosan Films. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering* [en línea]. Enero 2022, vol. 66, no 3, p. 422-436. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3311/PPch.18953> ISSN: 1587-3765.
7. Arias, María y Giraldo, Clara. El rigor en la investigación cualitativa. *Investigación y Educación en Enfermería* [en línea]. Agosto del 2011, vol. 29, p. 500-514. [Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2022]. Disponible en: (<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105222406020>) ISSN: 0120-5307.
8. Baena, G. (2017). Metodología de la investigación. Serie integral por competencias (3ra ed.). México: Grupo Editorial Patria.
9. Bahrodin, Muhammad Burhanuddin et al. A Novel Natural Active Coagulant Agent Extracted from the Sugarcane Bagasse for Wastewater Treatment. *Applied Sciences* [en línea]. Agosto 2022, vol. 12, no 16, p. 7972. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/app12167972> ISSN: 2076-3417.
10. Bindes, Marlon Menezes Maciel [et al]. Ultrasound-assisted extraction of bioactive compounds from green tea leaves and clarificación with natural coagulants (chitosan and *Moringa oleífera* sedes). *Ultrasonics sonochemistry* [en línea]. Marzo 2019, vol. 51, p. 111-119. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.10.014> ISSN: 1873-2828.
11. Blanco, M. Y Villalpando, P. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. España: Dykinson BOI, Vu Ngoc [et al]. Oligosaccharide Chitosan: Viscosity, Molecular Weight, Antibacterial

- Activity, and Impact of γ Radiation. World Journal of Food Science and Technology [en línea]. Abril 2020, vol. 4, no 2, p. 40-45. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.11648/j.wjfst.20200402.14> ISSN: 2637-6024.
12. Borchert, Konstantin et al. A Comparative Study on the Flocculation of Silica and China Clay with Chitosan and Synthetic Polyelectrolytes. Marine drugs [en línea]. Febrero 2021, vol. 19, no. 2, p. 102. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/md19020102> ISSN: 1660-3397.
13. Brackett, Alexandria y Batten, Janene. Ensuring rigor in systematic reviews: Part 7, critical appraisal of systematic review quality. Heart & Lung [en línea]. Junio 2022, vol. 53, p. 32-35. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2022.01.008> ISSN: 0147-9563.
14. Buana, Sri [et al]. The role of salinity and Total Suspended Solids (TSS) to abundance and structure of phytoplankton communities in estuary Saddang Pinrang. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science [en línea], 2021, vol. 860, p. 012081. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1755-1315/860/1/012081> ISSN: 1755-1315.
15. Budishevska, Olga [et al]. Formation of three-dimensional polymer structures through radical and ionic reactions of peroxychitosan. Studies in Natural Products Chemistry [en línea]. 2020, vol. 64, p. 365-390. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817903-1.00012-7> ISSN: 1572-5995.
16. Cabanillas-Bojórquez, Luis Ángel, et al. Valorización de residuos de

- camarones fermentados en condiciones supercríticas de CO₂: extracción de astaxantina y efecto de la digestión gastrointestinal simulada sobre su capacidad antioxidante. *Moléculas*, 2021, vol. 26, nº 15, pág. 151-159.
17. CE, Comité Ejecutivo. Res. 639 informe sobre las relaciones entre el IICA y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). XXXVIII Reunión Ordinaria del Comité Ejecutivo, 2018.
 18. Cheba, Ben. Chitosan: properties, modifications and food nanobiotechnology. *Procedia Manufacturing* [en línea]. 2020, vol. 46, p. 652-658. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.03.093> ISSN: 2351-9789.
 19. Chen, Wei [et al]. Assessment of a novel nanostructured flocculant with elevated flocculation and antimicrobial activity. *Chemosphere* [en línea]. Agosto 2020, vol. 239, p. 124736. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124736> ISSN.
 20. Chinchón, Calle; San Isidro, Lima–Perú. Consejo Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC). 2018.
 21. Chiquicajas Mori, Jorge Valentín; JULCA TENORIO, Ada Nathalie. Coagulantes naturales como alternativa en la remoción de la turbiedad para el tratamiento de aguas superficiales. 2021.
 22. Devesa-Rey, Rosa, JD González-Aller a Santiago Urrejola, 2020. Análisis de Biomateriales como Coagulantes Verdes para el Control de Sólidos en Suspensión para el Tratamiento de Aguas Superficiales. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública* [en línea]. 17 (5),

Disponible en <https://doi:10.3390/ijerph17051777>

23. DU, Hongwei et al. Enhanced removal of trace antibiotics from turbid water in the coexistence of natural organic matters using phenylalanine-modified-chitosan flocculants: effect of flocculants' molecular architectures. *Chemical Engineering Journal* [en línea]. Febrero 2018, vol. 333, p. 310-319. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.cej.2017.09.171> ISSN: 1385-8947.
24. Edokpayi, Joshua [et al]. Impact of wastewater on surface water quality in developing countries: a case study of South Africa. *Water quality* [en línea]. 2017, vol. 10, p. 66561. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.5772/66561> ISSN: 2073-4441.
25. Espinoza, Eduardo. La investigación cualitativa, una herramienta ética en el ámbito pedagógico. *Conrado*. Agosto del 2020, vol. 16, n° 75, p. 103-110.
26. Ezziddine, Maha [et al]. A method for reclaiming nutrients from aquacultural waste for use in soilless growth systems. *Water Science and Technology* [en línea]. 2020, vol. 81, no 1, p. 81-90. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://dor.org/10.2166/wst.2020.079> ISSN: 1996-9732.
27. Fahad, Alaa [et al]. Wastewater and its Treatment Techniques: An Ample Review. *Indian Journal of Science and Technology* [en línea]. Julio 2019, vol. 12, no. 25, p. 25-38. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.17485/ijst/2019/v12i25/146059> ISSN: 0974-6846.
28. Fleite, Santiago Nicolás [et al]. Static mixer continuous chemical coagulation-flocculation for cattle feedlot wastewater treatment. *Desalination and Water Treatment* [en línea]. Junio 2020, vol. 189, p. 98-107. [Fecha de consulta: 9

de noviembre de 2022].
Disponibile en <https://doi.org/10.5004/dwt.2020.25600> ISSN: 1944-3986.

29. Fleming, Jenny y Zegwaard, Karsten. Methodologies, methods and ethical considerations for conducting research in work-integrated learning. WIL research [en línea]. Special Issue 2017, vol. 19, no. 3, p. 205-213. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022].
Disponibile en <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1196755.pdf>
30. GU, Jun, et al. An innovative anaerobic MBR-reverse osmosis-ion exchange process for energy-efficient reclamation of municipal wastewater to Newater-like product water. Journal of Cleaner Production, 2019, vol. 230, p. 1287-1293.
31. Hassan, L. S. [et al]. The Effectiveness of Chitosan Extraction from Crustaceans' Shells as a natural coagulant. Journal of Physics: Conference Series [en línea]. 2022. p. 012002. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022].
Disponibile en <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2266/1/012002> ISSN: 1742-6596.
32. Hatta, Nur Syahirah Mohamed [et al]. Novel cationic chitosan-like bioflocculant from *Citrobacter youngae* GTC 01314 for the treatment of kaolin suspension and activated sludge. Journal of Environmental Chemical Engineering [en línea]. Agosto 2021, vol. 9, no 4, p. 105297. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022].
Disponibile en <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105297> ISSN: 2213-3437.
33. Gonzales J. Evaluación de quitosano y polielectrolito de moringa en remoción de sólidos suspendidos en aguas residuales, 2019. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1210/1/TTMA77.pdf>

34. Hendil & Dreix Sanidad Vegetal, Últimos. [Último acceso: 22 06 2022]. [En línea].
<https://hendrixcentroamerica.com/quitosano-usos/>
35. Hernández, Caridad Curbelo; Dubois, Yadira Palacio; Hernández, Sandra Fanego. Des acetilación de quitina obtenida por vía química de exoesqueletos de camarón *litopenaeus vannamei*. Revista Centro Azúcar, 2021, vol. 48, no 3, p. 53-61.
36. Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María del Pilar. Metodología de la Investigación. 6. a ed. México [en línea]. McGraw Hill. 2014. [Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2022]. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wpcontent/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sextaedicion.compressed.pdf>) ISBN: 978-1-4562-2396-0.
37. Iber, Benedict [et al]. Eco-friendly approaches to aquaculture wastewater treatment: Assessment of natural coagulants vis-a-vis chitosan. Bioresource Technology Reports [en línea]. Septiembre 2021, vol. 15, p. 100702. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100702> ISSN: 2589-014X.
ISBN: 978-0815365662
ISBN: 978-612-47351-4-1
ISBN: 978-953-51-2860-1
ISSN: 1385-8947
38. Jawad, S.M. Evaluation of the Biological Activity of Laboratory-Prepared Chitosan from Shrimp Shells against Pathogenic Bacterial Isolates. Archives of Razi Institute [en línea]. 2022, vol. 77, no. 4, p. 1355-1362. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.22092/ARI.2022.358342.2204> ISSN: 0365-

3439.

39. Kangama, Awa [et al]. Application of chitosan composite flocculant in tap water treatment. Journal of Chemistry [en línea]. Octubre 2018, vol. 2018, p. 1-9. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1155/2018/2768474> ISSN: 2090-9071.
40. Karchiyappan, Thirugnanasambandham. Studies on treatment of automotive industry wastewater using ozonation, electro-Fenton and chitosan based coagulation process. Current Research in Green and Sustainable Chemistry [en línea]. 2022, vol. 5, p. 100178. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100178> ISSN: 2666-0865.
41. KE, Cai-Ling [et al]. Antimicrobial actions and applications of chitosan. Polymers [en línea]. Marzo 2021, vol. 13, no. 6, p. 904. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/polym13060904> ISSN: 2073-4360.
42. Khan, Syed Abdul Rehman [et al]. Environmental technology and wastewater treatment: Strategies to achieve environmental sustainability. Chemosphere [en línea]. Enero 2022, vol. 286, p. 131532. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.131532> ISSN: 0045-6535.
43. Khoerunnisa, Fitri [et al]. Ultrasonic Synthesis of Nanochitosan and Its Size Effects on Turbidity Removal and Dealkalization in Wastewater Treatment. Inventions [en línea]. Diciembre 2021, vol. 6, no. 4, p. 98. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/inventions6040098> ISSN: 2411-5134.

44. Kou, Shijie Gabriel, Peters, Linda y Macalo, Michael. Chitosan: A review of molecular structure, bioactivities and interactions with the human body and micro-organisms. *Carbohydrate Polymers* [en línea]. Abril 2022, vol. 282, p. 119132. [Fecha de consulta: 9 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119132> ISSN: 0144-8617.
45. Li, Xiang [et al]. Optimized preparation and performance evaluation of a bifunctional chitosan-modified flocculant. *RSC advances* [en línea]. 2022, vol. 12, no 32, p. 20857-20865. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1039/d2ra01727j> ISSN: 2046-2069.
46. Lichtfouse, Eric [et al]. Chitosan for direct bioflocculation of wastewater. *Environmental Chemistry Letters* [en línea]. Noviembre 2019, vol. 17, no 4, p. 1603-1621. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s10311-019-00900-1> ISSN: 1610-3653.
47. Lima, Raimundo [et al]. Chitosan and carboxymethylchitosan as high turbidity water biocoagulants. *Journal of Renewable Materials* [en línea]. 2020, vol. 8, no 11, p. 1489. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.32604/jrm.2020.011629> ISSN: 2164-6325.
48. Macczak, Piotr [et al]. The use of chitosan and starch-based flocculants for filter backwash water treatment. *Materials* [en línea]. Enero 2022, vol. 15, no 3, p. 1056. [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ma15031056> ISSN: 1996-1944.
49. Mahmudabadi, Tahereh [et al]. Optimization and economic evaluation of modified coagulation–flocculation process for enhanced treatment of ceramic-tile industry wastewater. *AMB Express* [en línea]. 2018, vol. 8, no

- 1, p. 1-12. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1186/s13568-018-0702-4> ISSN: 2191-0855.
50. Maliki, Soundouss [et al]. Chitosan as a Tool for Sustainable Development: A Mini Review. *Polymers* [en línea]. Abril 2022, vol. 14, no 7, p. 1475. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/polym14071475> ISSN: 2073-4360.
51. María, A., [et al]. Comparing the effectiveness of chitosan and conventional coagulants for coal wastewater treatment. *Materials Science and Engineering* [en línea]. 2020, vol. 980, p. 012077. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1757-899X/980/1/012077> ISSN: 2372-0964.
52. Márquez Rivera, Sanddy Judith; ZÚÑIGA SALAZAR, Bella Andreína. Desacetilación termoalcalina de la quitina de cáscara de camarón para depuración de aguas residuales de una industria procesadora de salsas. 2019. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química.
53. Mary, C. y Leena, R. Comparative Study on Color Removal From Textile Industry Effluent Using Shrimp and Crab Shell Chitosan. *Nature Environment and Pollution Technology* [en línea]. Junio 2022, vol. 21, no 2, p. 675-681. [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.46488/NEPT.2022.v21i02.02> ISSN: 2395-3454.
54. Medina Solano, Carla Estefanía. Aplicación de polímeros naturales en el tratamiento de aguas residuales domésticas. 2018. Tesis de Licenciatura. Quito: UCE.

55. Melo, Ana [et al]. Synthesis of benzyl acetate catalyzed by lipase immobilized in nontoxic chitosan-polyphosphate beads. *Molecules* [en línea]. Diciembre 2017, vol. 22, p. 2165. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/molecules22122165> ISSN: 1420-3049.
56. Mittal, Neeti, Goyal, Manoj y Mittal, Parteek. Understanding and Appraising Systematic Reviews and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry* [en línea]. Setiembre 2017, vol. 41, no. 5, p. 317–326. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.17796/1053-4628-41.5.317> ISSN: 1557-5268.
57. Momeni, Meysam Mohammad [et al]. Using chitosan/CHPATC as coagulant to remove color and turbidity of industrial wastewater: optimization through RSM design. *Journal of Environmental Management* [en línea]. Abril 2018, vol. 211, p. 347-355. [Fecha de consulta: 9 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.01.031> ISSN: 0301-4797.
58. Nechita, Petronela. Biological activities and application of Marine Polysaccharides [en línea]. Londres: intechopen, 2017 [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. *Applications of Chitosan in Wastewater Treatment*. Disponible en <https://www.intechopen.com/chapters/52359> ISBN: 97809535154648.
59. Negi, Arvind y Kesari, Kavindra Kumar. Chitosan Nanoparticle Encapsulation of Antibacterial Essential Oils. *Micromachines* [en línea]. Agosto 2022, vol. 13, no. 8, p. 1265. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/mi13081265> ISSN: 2072-666X.
60. Nereña, Ana, Alcaraz-Moreno, Noemi, Rojas, Juan y Rebolledo-Malpica, Dinora. Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación

cualitativa. Aquichan. Diciembre del 2012, vol. 12, N° 3, p. 263-274. ISSN: 1657-5997.

61. Nouj, Nisrine [et al]. Novel Liquid Chitosan-Based Biocoagulant for Treatment Optimization of Fish Processing Wastewater from a Moroccan Plant. Materials [en línea]. Noviembre 2021, vol. 14, no 23, p. 7133. [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ma14237133> ISSN: 1996-1944.
62. Nyanti, Lee [et al]. Effects of water temperature and pH on total suspended solids tolerance of Malaysian native and exotic fish species. Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation [en línea]. 2018, vol. 11, no 3, p. 565-575. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <http://www.bioflux.com.ro/docs/2018.565-575.pdf> ISSN: 1844-8143.
63. Olajire, A. A. y Bamigbade, L. A. Green synthesis of chitosan-based iron@silver nanocomposite as adsorbent for wastewater treatment. Water Resources and Industry [en línea]. Agosto 2021, vol. 26, p. 100158. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.wri.2021.100158> ISSN: 2212-3717.
64. Oliveira, Karina [et al]. Characterization, Bioactivity and Application of Chitosan-Based Nanoparticles in a Food Emulsion Model. Polymers [en línea]. Setiembre 2021, vol. 13, no 19, p. 3331. [Fecha de consulta: 9 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/polym13193331> ISSN: 2073-4360.
65. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, «OEFA,» 2022. [En línea]. Available: <https://www.oefa.gob.pe/somosoefa/>. [Último acceso: 10 05 2022].

66. Oza, Hemali [et al]. Microbial reductions and physical characterization of chitosan flocs when using chitosan acetate as a cloth filter aid in water treatment. Plos one [en línea]. Enero 2022, vol. 17, no 1, p. e0262341. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0262341> ISSN: 1932-6203.
67. Palacio, Jorge [et al]. Desde la otra cara de la moneda en la investigación educativa: Métodos cualitativos y análisis documental en la práctica. Bogotá: Instituto para la Investigación Educativa y el Desarrollo Pedagógico. 2017. [Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2022]. Disponible en: <https://repositorio.idep.edu.co/bitstream/handle/001/922/Desde%20la%20otra%20cara%20de%20la%20moneda.pdf?sequence=1&isAllowed=y> ISBN: 978-958-8780-71-9.
68. Pardede, Astrid y BUDI HARDJO, Mochamad Arief. The Removal of Turbidity and TSS of the Domestic Wastewater by Coagulation-Flocculation Process Involving Oyster Mushroom as Biocoagulant. E3S Web of Conferences. EDP Sciences [en línea]. 2018, vol. 31, p. 05007. [Fecha de consulta: 10 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183105007> ISSN: 2267-1242.
69. Pastorino, Ana. La organización de las naciones unidas en el 2015. Lincoln Bizzozero Revelez-Wilson Fernández Luzuriaga (Eds.), p. 22.
70. Paula, Haroldo [et al]. Eco-friendly synthesis of an alkyl chitosan derivative. International Journal of Biological Macromolecules [en línea]. Noviembre 2020, vol. 163, p. 1591-1598. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.08.058> ISSN: 1879-0003.

71. Peng, Juan [et al]. Removal of total dissolved solids from wastewater using a revolving algal biofilm reactor. *Water Environment Research* [en línea]. Diciembre 2020, vol. 92, no 5, p. 766-778. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en https://mwr.org/sites/default/files/documents/WEF_RemovalofDissolvedSolids_Research.pdf ISSN: 1061-4303.
72. Pivokonsky, Martin [et al]. *Jar Tests for Water Treatment Optimization: How to Perform Jar Tests—a handbook* [en línea]. Londres: IWA Publishing, 2022 [fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://iwaponline.com/ebooks/book/846/Jar-Tests-for-Water-Treatment-OptimisationHow-to> ISBN: 9781789062694.
73. Ponce Robles, Laura. Tesis Doctoral Almería, Tratamiento De Aguas Residuales Mediante Procesos Basados En La Radiación Solar Y El Ozono. Evaluación Mediante Técnicas Analíticas Y Microbiológicas Avanzadas. Julio 2018.
74. Pyrczak, F.; Tcherni-Buzzeo, M. (2018) *Evaluating research in academic journals: A practical guide to realistic evaluation*. Routledge.
75. Quiroz Mafla, Nelly Noemi. Estudio de biopolímeros con potencial aplicación en la potabilización de agua. 2021. Tesis de Licenciatura. Quito: UCE.
76. Rania, SMA [et al]. Use of Chitosan for Enhancing the Process of Surface Water Purification in Egypt. *International Journal of Environmental Science and Development* [en línea]. Abril 2022, vol. 13, no 2, p. 26-34. [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.18178/ijesd.2022.13.2.1368> ISSN: 2010-0264.

77. Rodríguez Jiménez, Dalia Milena; Gallego Suarez, Darío de Jesús. Evaluación del quitosano como coagulante para el tratamiento de efluentes piscícolas. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 2019, vol. 21, N°1, p.6-17.
78. Ruiz, C. (2020). Biopolímero quitosano en la remoción de sólidos suspendidos en agua cola de la industria harinera de pescado para obtener un incipiente alimenticio. Universidad Nacional Federico Villarreal.
79. Salinas, Jesús. La investigación ante los desafíos de los escenarios de aprendizaje futuro. *Revista de Educación a Distancia [en línea]*. 2012, n° 32, p. 1-23. [Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2022]. Disponible en: (<https://revistas.um.es/red/article/view/233091/253491>).
80. Sanchez Carlessi, Hugo; Reyes Romero, Carlos; Mejía Sáenz, Katia. Manual de Términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Perú. Bussiness Support Aneth S.R.L. 2018. p.28.
81. Schott, Guy. Jar Testing Made Easy. *Opflow Online [en línea]*. Agosto 2020, vol. 46, no 8, p. 22-27. [Fecha de consulta: 9 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1002/opfl.1411> ISSN: 1551-8701.
82. Setiyorini, Yuli, Anggraeni, Amelia y PINTOWANTORO, Sungging. In-Vivo study of nano chitosan as therapeutic agent for toxic metal implant. *Results in Engineering [en línea]*. Marzo 2022, vol. 13, p. 100352. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100352> ISSN: 2590-1230.
83. Shabangu, Khaya Pearlman, Bakare, Babatunde Femi y Bwapwa, Joseph Kapuku. The Treatment Effect of Chemical Coagulation Process in SouthAfrican Brewery Wastewater: Comparison of Polyamine and

- Aluminum-Chlorohydrate coagulants. Water [en línea]. Agosto 2022, vol. 14, p. 2495. [Fecha de consulta: 27 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/w14162495> ISSN: 2073-4441.
84. Sibiya, Nomthandazo [et al]. Effect of Magnetized Coagulants on Wastewater Treatment: Rice Starch and Chitosan Ratios Evaluation. Polymers [en línea]. Octubre 2022, vol. 14, no 20, p. 4342. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/polym14204342> ISSN: 2073-4360.
85. Siswoyo, Eko [en línea]. Development of Natural Coagulant for Turbidity Removal Created from Marine Product Solid Waste. Earth and Environmental Science [en línea]. 2021, vol. 799, p. 012038. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1755-1315/799/1/012038> ISSN: 2577-0640.
86. Soros, Ampai [et al]. Turbidity reduction in drinking water by coagulation-flocculation with chitosan polymers. Journal of Water and Health [en línea]. 2019, vol. 17, no 2, p. 204-218. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.2166/wh.2019.114> ISSN: 1996-7829.
87. Stroparo, Erivelton, Mollinari, Krissina y de Souza, Kely. Use of chitosan in the remediation of water from purification of biodiesel. Polímeros [en línea]. 2018, vol. 28, no. 5, p. 400-405. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1590/0104-1428.02416> ISSN: 1678-5169.
88. Tong, C.Y. [et al]. Optimization of Moringa oleifera seed extract and chitosan as natural coagulant in treatment of fish farm wastewater. Desalination and Water Treatment [en línea]. Abril 2022, vol. 256, p. 99–113. [Fecha de

consulta: 17 de noviembre de 2022].
Disponibile en <https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28370> ISSN: 1944-3986.

89. Tracy, Sarah. Qualitative Quality: Eight “Big-Tent” Criteria for Excellent Qualitative Research. *Qualitative Inquiry* [en línea]. Octubre del 2010, vol. 16, n° 10, p. 837-851. [Fecha de consulta: 1 de noviembre del 2022].
Disponibile en: <https://doi.org/10.1177%2F1077800410383121>
90. Recytrans, Consecuencias de la problemática de contaminación del agua, 14 de diciembre de 2020. Disponibile en:
<https://www.recytrans.com/blog/contaminacion-del-agua/>
91. Tran, Nguyen et al. Coagulation of chitin production wastewater from shrimp scraps with by-product chitosan and chemical coagulants. *Polymers*, 2020, vol. 12, no. 3, p. 607. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022].
Disponibile en <https://doi.org/10.3390/polym12030607> ISSN: 2073-4360.
92. Trang, Truong Thi Cam; TAKAOMI, Kobayashi. Chitosan and its biomass compounds in application for water treatment. *Current opinion on green and sustainable chemistry*, 2021, vol. 29, pág. 1-17.
93. Varan, Nilüfer. Characterization of chitosan particles via attenuated total reflection Fourier transform infrared spectroscopy, conductometric titration, viscosity average molecular weight and X-ray photoelectron spectroscopy. *Asian Journal of Chemistry* [en línea]. Enero 2017, vol. 29, no. 4, p. 825–828. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022].
Disponibile en <https://doi.org/10.14233/ajchem.2017.20324> ISSN: 0975-427X.
94. Vigneshwaran, Sivakumar [et al]. Optimization of sustainable chitosan/Moringa. oleifera as coagulant aid for the treatment of synthetic

- turbid water—A systemic study. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology* [en línea]. Septiembre 2020, vol. 2, p. 132-140. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1016/j.enceco.2020.08.002> ISSN: 2141-226X.
95. Wang, Bing [et al]. Preparation of two nanometer magnetic flocculants and treatment of slime wastewater. *Earth and Environmental Science* [en línea]. 2019, vol. 245, p. 012015. Li, Xiang, et al. Optimized preparation and performance evaluation of a bifunctional chitosan-modified flocculant. *RSC advances*, 2022, vol. 12, no 32, p. 20857-20865. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1755-1315/345/1/012015> ISSN: 2577-0640.
96. Wulandari, C.D., Setyobudiarso, H. y Koteldae, M. Utilization of chitosan clam bloodshells as a coagulant for processing electroplating waste. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea]. Noviembre 2021, vol. 1869, no. 1, p. 012001. [Fecha de consulta: 26 de octubre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012001> ISSN: 1742-6596.
97. Xu, Yan [et al]. Investigation and Optimization of Chitosan Performance in Flocculating Kaolin Suspensions Using a Real-Time Suspending Solid Concentration Measuring Method. *Water* [en línea]. Febrero 2021, vol. 13, no 4, p. 513. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/w13040513> ISSN: 2073-4441.
98. Xue, Ting [et al]. Accurate Determination of the Degree of Deacetylation of Chitosan Using UPLC–MS/MS. *International journal of molecular sciences* [en línea]. Agosto 2022, vol. 23, no 15, p. 8810. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022].

Disponible en <https://doi.org/10.3390/ijms23158810> ISSN: 1422-0067.

99. Yang, Zhen [et al]. Role of moderately hydrophobic chitosan flocculants in the removal of trace antibiotics from water and membrane fouling control. *Water Research* [en línea]. Junio 2020, vol. 177, p. 115775. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115775> ISSN: 1879-2448.
100. Younis, Alaa., Aly-Eldeen, Mohamed y Elkady, Eman. Effect of different molecular weights of chitosan on the removal efficiencies of heavy metals from contaminated water. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries* [en línea]. Octubre 2019, vol. 23, no 4, p. 149-158. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <http://dx.doi.org/10.21608/ejabf.2019.52591> ISSN: 1110 – 6131.
101. Zainol, N.A., Goh, H.T. y ZainalL, SFF Syed. Effectiveness of Mushroom (*Pleurotus Pulmonarius*) Waste as Natural Coagulant for Kaolin Synthetic Water via Coagulation-Flocculation Process. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* [en línea]. 2021, vol. 920, p. 012020. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1088/1755-1315/920/1/012020> ISSN: 1755-1315.
102. Zaman, Nadiah Khairul [et al]. Eco-Friendly Coagulant versus Industrially Used Coagulants: Identification of Their Coagulation Performance, Mechanism and Optimization in Water Treatment Process. *International journal of environmental research and public health* [en línea]. Agosto 2021, vol. 18, no 17, p. 9164. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.3390/ijerph18179164> ISSN: 1661-7827.

103. Zang, Tao [et al]. Microwave assisted synthesis and characterization of a novel bio-based flocculant from dextran and chitosan. *International journal of biological macromolecules* [en línea]. Marzo 2019, vol. 131, p. 760-768. [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.116> ISSN: 0141-8130.
104. Zhao, Xiaolong [et al]. Amine-Modified Chitosan Flocculant Synthesized via Single-Mode Microwave Method for Laundry Wastewater Treatment. *ACS omega* [en línea]. Julio 2022, vol. 7, no 28, p. 24522-24530. [Fecha de consulta: 17 de noviembre de 2022]. Disponible en <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02189> ISSN: 2470-1343.
105. Ecomar, Medio Ambiente, aguas con impurezas procedentes de vertidos de diferentes orígenes , 2022. Disponible en: <https://fundacionecomar.org/que-son-las-aguas-residuales/>
106. UN, NACIONES UNIDAS, Importancia del agua, contaminante que su estado, 22 de Marzo de 2022. Disponible en: <https://www.un.org/es/observances/water-day>

ANEXOS

ANEXO Nº 1: MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN

PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CRITERIO 1	CRITERIO 2
¿Qué grado de desacetilación debe tener el quitosano para remover SST?	Identificar el grado de desacetilación que debe tener el quitosano para remover SST	Grado de desacetilación del quitosano (Jawad, S. 2022 p. 4)	DD al 66% (Stroparo, Mollinari y de Souza, 2018) DD al 71% (Jawad, S. 2022) DD al 72% (Zhao et al. 2022) DD al 79% (Trang et al. 2021) DD al 80% (Ezziddine et al 2020) DD al 84% (Olajire y Bamigbade 2021) DD al 85% (Khodakarami M. 2021) DD al 88% (Kangama et al. 2018) DD al 90% (Lichtfouse et al. 2019)	Por su peso molecular	Por su viscosidad
¿Cuáles son las características del quitosano en la remoción de SST?	Identificar las características del quitosano en la remoción de SST	Características del quitosano como removedor de SST. (Zhao C. et al, 2022)	Biodegradable (Maćczak et al. 2022) Bioactivo (Khoerunnisa et al. 2021) Bioabsorbente (Khoerunnisa et al. 2021) Biocompatible (Melo et al. 2017) Soluble (Rania et al. 2022) No tóxico (Maria et al. 2020)	Por su aplicación	Por su capacidad de acción

PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CRITERIO 1	CRITERIO 2
¿Qué instrumento se usa en el proceso de remoción de SST?	Identificar el instrumento más usado en el proceso de remoción de SST	Instrumento usado en el proceso de remoción de SST (Anaya-Esparza et al. 2022)	Test de jarras (Oza et al. 2022) Mesclador combinado (Karchiyappan 2022) Agitador magnético (Iber et al. 2021)	Por el tiempo utilizado en la remoción	Por la eficacia de remoción de SST
¿Qué concentración de quitosano se usa para la remoción de SST?	Identificar la concentración de quitosano que se usa para la remoción de SST	Concentración de quitosano (Chen W. et al, 2020)	0,2 mg/L (Maćczak et al. 2022) 6 mg/L (Rania et al. 2022) 10 mg/L (Lichtfouse et al 2019) 20 mg/L (Maria et al. 2020) 40 mg/L (Olajire y Bamigbade 2021) 120 mg/L (Zhao et al. 2022) 200 mg/L (Vigneshwaran et al. 2020) 500 mg/L (Anaya-Esparza et al. 2022) 800 mg/L (Stroparo, Mollinari y de Souza 2018) 3000 mg/L (Momeni et al. 2018) 5000 mg/L (Trang et al. 2021)	Por el tipo de agua residual	Por la cantidad de SST removidos

ANEXO N° 2: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Un estudio comparativo sobre la eliminación del color del efluente de la industria textil utilizando camarones y quitosano de cáscara de cangrejo	
AUTOR (ES): C. Ángel Mary, R. Leena	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2022
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-7 p.

PALABRAS CLAVES:	Textile effluent, adsorption, chitosan, color removal, exoeskeleton
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 85%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Biodegradable, No Tóxico y Bioabsorbente.
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	2 mg/L, 4 mg/L, 6 mg/L, 8 mg/L, 10 mg/L, 12 mg/L, 14 mg/L, 16 mg/L
CONCLUSIONES	Los floculantes de quitosano modificado con fenilalanina (Phe) con diferentes arquitecturas moleculares demuestran un rendimiento de floculación distinto para la eliminación de trazas de antibióticos típicos en la coexistencia de caolín

ANEXO N° 3: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h2>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h2>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Un método para reclamar nutrientes de los desechos acuiculturales para su uso en sistemas de crecimiento Soiless.	
AUTOR (ES): Maha Ezzidine, Helge Liltved; Jan Morten Homme	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020
PARTICIPANTE: PUBMED	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-11

PALABRAS CLAVES:	aerobio digestión, aquaculture sludge, chitosan, fertilizer, flocculation, mobilization.
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 80%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioactivo
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	15 mg/L, 25 mg/L, 40 mg/L
CONCLUSIONES	Este estudio muestra que la digestión aeróbica seguida de la precipitación de sólidos utilizando quitosano como floculante es un método prometedor para movilizar y reutilizar los nutrientes en los lodos de la acuicultura.

ANEXO N° 4: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Aplicación de floculante compuesto de quitosano en el tratamiento de agua corriente	
AUTOR (ES): Awa Kangama, Defang Zeng, Xu Tian, and Jinfu Fang	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018
PARTICIPANTE: PROQUEST	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-10

PALABRAS CLAVES:	Chitosan, Flocculant, water treatment
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 88%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Biodegradable y bioactivo
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Mezclador combinado
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	4 mg/L, 8 mg/L, 12 mg/L, 16 mg/L, 20 mg/L, 24 mg/L, 28 mg/L
CONCLUSIONES	El floculante de quitosano compuesto preparado tiene mejores beneficios ambientales y económicos que el floculante PAC convencional en el tratamiento de agua del grifo.

ANEXO N° 5: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Un nuevo polímero a base de quitosano rico en carboxilo y su aplicación para la floculación de arcilla y la eliminación de colorantes catiónicos	
AUTOR (ES): Bingzhi Liu, Huaili Zheng, Yili Wang, Xin Chen, Chuanliang Zhao, Yanyan An, Xiaomin Tang	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018
PARTICIPANTE: SCIENCE DIRECT	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-9 p.

PALABRAS CLAVES:	Chitosan, Itaconic acid, Carboxyl, Flocculation, adsorption.
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado.
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioabsorbente
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Mezclador combinado
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	5 mg/L, 10 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L, 40 mg/L, 50 mg/L, 60 mg/L
CONCLUSIONES	Los resultados experimentales mostraron que el injerto de poliacrilamida mejora la solubilidad del quitosano y la eficiencia de remoción de partículas.

ANEXO N° 6: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Floculante de quitosano modificado con amina sintetizado a través del método de microondas de modo único para el tratamiento de aguas residuales de lavandería	
AUTOR (ES): Xiaolong Zhao, Zhonghe Tian, Cheng Ma, Lihua Li, Jiang Yang	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2022
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-9 p.

PALABRAS CLAVES:	Chitosan, flocculant synthesized, water treatment
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 72.9%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioabsorbente
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	40 mg/L, 50 mg/L, 60 mg/L, 70 mg/L, 80 mg/L, 90 mg/L, 100 mg/L, 110 mg/L, 120 mg/L, 130 mg/L, 140 mg/L, 150 mg/L, 160 mg/L, 170 mg/L, 180 mg/L
CONCLUSIONES	El floculante propuesto es respetuoso con el medio ambiente, se puede obtener de forma sostenible y no genera contaminación secundaria.

ANEXO N° 7: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Evaluación de un nuevo floculante nanoestructurado con floculación elevada y actividad antimicrobiana	
AUTOR (ES): Wei Chen, Xiang Rong, Jiuqing Peng, Qian Tang, Hongbind Luo, Liangqian Fan, Keqin Feng, Huaili Zheng	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020
PARTICIPANTE: SCIENCE DIRECT	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-12 p.

PALABRAS CLAVES:	Flocculation, bactericidal, ultraviolet initiation, polyacrylamide, chitosan.
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 95%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioactivo
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	2 mg/L, 4 mg/L, 6 mg/L, 8 mg/L, 10 mg/L, 12 mg/L
CONCLUSIONES	Los resultados de las pruebas de jarra en suspensiones de baja turbidez y salmonella verificaron la excelente floculación y el desempeño antibacteriano.

ANEXO N° 8: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Quitosano y sus compuestos de biomasa en la aplicación de tratamiento de agua	
AUTOR (ES): Truong Thi Cam Trang, Kobayashi Takaomi	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021
PARTICIPANTE: SCIENCE DIRECT	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-4 p.

PALABRAS CLAVES:	Chitosan, Water tratment, biopolymers
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 79.6%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Biocompatible
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Mezclador combinado
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	5000 mg/L
CONCLUSIONES	Utilizar el quitosano para el tratamiento de las aguas residuales es ventajoso en puntos económicos, sostenibles y renovables.

ANEXO N° 9: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Quitosano para biofloculación directa de aguas residuales	
AUTOR (ES): Eric Lichtfouse, Nadia Morin-Crini, Marc Fourmentin, Hassiba Zemmouri, Inara Oliveira Do Carmo Nascimento, Luciano Matos Queiroz, Mohd Yuhyl Mohd Tadza, Lorenzo A. Picos-Corrales, Haiyan Pai, Lee D. Wilson, Grégorio Crini	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019
PARTICIPANTE: PROQUEST	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-290 p.

PALABRAS CLAVES:	Chitosan, Bioflocculant, Direct bioflocculation, wastewater
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 90%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Biodegradable, Biocompatible y No Tóxico
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	2 mg/L, 4 mg/L, 6 mg/L, 8 mg/L, 10 mg/L
CONCLUSIONES	Los datos publicados han demostrado la eficiencia de floculación del quitosano frente a los floculantes comerciales actuales.

ANEXO N° 10: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Comparando la efectividad del quitosano y los coagulantes convencionales para el tratamiento de aguas residuales de carbón	
AUTOR (ES): A. Maria, E. Mayasari, U. Irawati, Zulfikurrahman	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-7 p.

PALABRAS CLAVES:	solids suspended totals, coal wastewater, coagulants
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 85%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Soluble y No Tóxico
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	15mg/L, 20mg/L, 25mg/L, 30 mg/L, 35 mg/L
CONCLUSIONES	El quitosano funcionó de manera mas eficiente que el Al (SO4)3 y con dosis mas bajas para disminuir los niveles de SST en muestras de aguas residuales de carbón.

ANEXO N° 11: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: Enfoques ecológicos para el tratamiento de aguas residuales de la acuicultura: evaluación de coagulantes naturales frente a quitosano</p>	
<p>AUTOR (ES): Benedict Terkula Iber, Víctor Tosin Okomoda, Sheikh Abdullah Rozaimah</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021</p>
<p>PARTICIPANTE: SCIENCE DIRECT</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-9 p.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Chitosan, Chitin, Wastewater, Aquaculture</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado.</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Biodegradable y No Tóxico</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>Agitador magnético</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>100 mg/L, 150 mg/L, 200 mg/L, 250 mg/L, 300 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>La purificación de efluentes de acuicultura utilizando biopolímeros ofrece una ventaja superior en comparación de coagulantes químicos.</p>

ANEXO N° 12: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Coagulantes ecológicos versus coagulantes utilizados industrial: identificación de su rendimiento de coagulación, mecanismo y optimización en el proceso de tratamiento de agua	
AUTOR (ES): Nadiah Khairul Zaman, Rosiah Rohani, Izzati Izni Yusoff, Muhammad Azraei Kamsol, Siti Aishah Basiron, Aina Izzati Abd. Rashid	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021
PARTICIPANTE: PROQUEST	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-19 p.

PALABRAS CLAVES:	aluminium coagulant, chitosan, metal removal, optimization, water treatment plant.
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 85%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioactivo
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	5 mg/L, 10 mg/L, 15 mg/L, 20 mg/L
CONCLUSIONES	Los resultados de optimización y el método de factor a la vez mostraron que las propiedades de los coagulantes tienen influencia en el rendimiento de remoción.

ANEXO N° 13: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h2>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h2>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Efecto del TiO ₂ basado en óxido mixto en las propiedades fisicoquímicas de las películas de quitosano	
AUTOR (ES): Luis Miguel Anaya-Esparza, Apolonio Vargas-Torres, Heidi María Plama-Rodríguez, Marisol Patricia Castro-Mendoza, Elhadi M. Yahia, Alejandro Pérez-Larios, Efigenia Montalvo-González	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2022
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-12 p

PALABRAS CLAVES:	Chitosan, titanium dioxide, nanoparticles, hybrid composites
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Biocompatible y No Tóxico
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	500 mg/L, 1000 mg/L, 2000 mg/L, 4000 mg/L
CONCLUSIONES	El quitosano tiene potencial para ser utilizado como material funcional para las diversas aplicaciones industriales de acuerdo con sus propiedades.

ANEXO N° 14: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: La eliminación mejorada de los antibióticos traza del agua turbia en la coexistencia de asuntos orgánicos naturales utilizando floculantes-quitosano modificados con fenilalanina: efecto de las arquitecturas moleculares de los floculantes</p>	
<p>AUTOR (ES): Hongwei Du, Zhen Yang, Ziqi Tian, Menglu Huang, Weiben Yang, Limin Zhang, Aimin Li</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018</p>
<p>PARTICIPANTE: SCIENCE DIRECT</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-10 p.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Antibiotics, Chitosan-based flocculants, Molecular architecture, Theoretical calculation, parameter control</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>Desacetilación al 85%</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Bioactivo</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>No indica el instrumento utilizado</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>10 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L, 40 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>Las diferentes arquitecturas moleculares del quitosano muestran un rendimiento de floculación distinto para la eliminación de antibióticos.</p>

ANEXO N° 15: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h2>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h2>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Evaluación de la actividad biológica del quitosano preparado para el laboratorio de las conchas de camarones contra los aislados bacterianos patógenos	
AUTOR (ES): Jawad, S. M.	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2022
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-8 p.

PALABRAS CLAVES:	Antimicrobial activity, chitosan, pathogenic bacterial isolates
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 71%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioactivo
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	50 mg/L
CONCLUSIONES	Los resultados también indicaron una gran discrepancia relativa entre la actividad inhibitoria del quitosano preparado en laboratorio y los antibióticos.

ANEXO N° 16: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Síntesis verde del nanocompuesto de hierro plateado a base de quitosano como adsorbente para el tratamiento de aguas residuales	
AUTOR (ES): A. A. Olajire, L.A. Bamigbade	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-12 p.

PALABRAS CLAVES:	Chitosan, nanoparticles, nanocomposite, wastewater treatment
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 84.8%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioabsorbente
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	10 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L, 40 mg/L, 50 mg/L, 60 mg/L
CONCLUSIONES	La investigación destaca la viabilidad y eficiencia del nanocompuesto CS-FeAg sintetizado como coagulante para la eliminación de DBO, DQO, turbidez y TDS en aguas residuales industriales.

ANEXO N° 17: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Investigación y optimización del rendimiento de quitosano en las suspensiones de caolín floculantes utilizando un método de medición de concentración sólida de suspensión en tiempo real	
AUTOR (ES): Yan Xu, Kemin Gan, Siyi Liang, Haitao Liu, Qunhui Wang	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021
PARTICIPANTE: PUBMED	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-12 p.

PALABRAS CLAVES:	Chitosan, Kaolin suspension, flocculation performance, orthogonal array test, hydraulic conditions, intermittent agitation
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 88.5%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioactivo
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	2 mg/L, 3 mg/L, 4 mg/L, 5 mg/L, 6 mg/L, 7 mg/L, 8 mg/L, 9 mg/L, 10 mg/L
CONCLUSIONES	Los resultados mostraron que las suspensiones de caolín con altas concentraciones de SS requerían poco tiempo para asentarse.

ANEXO N° 18: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Reducciones microbianas y caracterización física de los flotos de quitosano cuando se usan acetato de quitosano como filtro de tela ayuda en el tratamiento de agua	
AUTOR (ES): Hemali H. Oza, Eleanor B. Holmes, Emily S. Bailey, Collin K. Coleman, Mark D. Sobsey	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2022
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-15 p.

PALABRAS CLAVES:	Chitosan flocs, chitosan acetate, water treatment
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 90.5%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	biodegradable y bioactivo
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	10mg/L
CONCLUSIONES	Se concluye que los niveles de desempeño del quitosano para las reducciones bacterianas y virales fue optimo.

ANEXO N° 19: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: Síntesis y caracterización asistida por microondas de un novedoso floculante biológico de dextrano y quitosano</p>	
<p>AUTOR (ES): Tao Zeng, Xue-qin Hu, Hao Wu, Jing-wen Yang, Hong-bin Zhang</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019</p>
<p>PARTICIPANTE: SCIENCE DIRECT</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-9 p.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Dextran, Chitosan, Flocculant, Microwave-initiated</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>Desacetilación al 90%</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Bioactivo</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>Test de jarras</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>No especifica la concentración</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>Los resultados indicaron que el floculante eliminó el 93,6 % de las partículas suspendidas sólidas de caolín.</p>

ANEXO N° 20: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Novedoso biocoagulante a base de quitosano líquido para la optimización del tratamiento de las aguas residuales de procesamiento de peces de una planta marroquí	
AUTOR (ES): Nisrine Nouj, Naima Hafid, Nouredine El Alem, Igor Cretescu	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-19 p.

PALABRAS CLAVES:	biocoagulation, seafood processing wastes, fish by-products, industrial effluents, response surface methodology
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioabsorbente
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	6 mg/L, 9 mg/L, 12 mg/L
CONCLUSIONES	Los modelos de regresión y los gráficos de contorno de la superficie de respuesta revelaron que el quitosano como biocoagulante líquido era eficaz para eliminar la turbidez (98%) y la DBO5 (53%) durante el tratamiento.

ANEXO N° 21: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Optimización del extracto de semilla de Moringa oleifera y quitosano como coagulante natural en el tratamiento de aguas residuales de la granja de peces	
AUTOR (ES): C. Y. Tong, Fakhira Huda Binti Che Yusuf, C.J.C. Derek	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2022
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-15 p.

PALABRAS CLAVES:	Moringa oleifera, chitosan, central composite design, turbidity removal, fish farm wastewater
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Biocompatible
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	100 mg/L, 450 mg/L, 800 mg/L
CONCLUSIONES	Se concluyo que este análisis implicaba con éxito que el quitosano Posee una capacidad prometedora para hacer razonablemente eficiente tratamiento de aguas residuales de piscifactorías.

ANEXO N° 22: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h2>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h2>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Preparación optimizada y evaluación del rendimiento de un floculante modificado por quitosano bifuncional	
AUTOR (ES): Xiang Li, Xianming Zhang, Shiyu Xie, Yailing Ge, Li Feng, Wei Li	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2022
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-9 p.

PALABRAS CLAVES:	chitosan-modified, flocculant, E.coli suspension
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioactivo
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	100 mg/L, 200 mg/L, 300 mg/L, 400 mg/L, 500 mg/L, 600 mg/L, 700 mg/L, 800 mg/L
CONCLUSIONES	La modificación catiónica y la introducción de moléculas PAM de cadena larga mejoraron las propiedades de disolución del quitosano, pero también las propiedades bactericidas y de floculación.

ANEXO N° 23: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: Preparación de dos floculantes magnéticos nanométricos y tratamiento de aguas residuales de limo</p>	
<p>AUTOR (ES): Bing Wang, Xu Weijun, Fu Jis, Wang Wei, Xiao Xueting</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019</p>
<p>PARTICIPANTE: SCOPUS</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-6 p</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>slime wastewater, solid suspended, flocculant</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Bioactivo</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>Agitador magnético</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>40 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>Se concluyo que el tratamiento con Fe₃O₄-quitosano-biocarbón es mejor.</p>

ANEXO N° 24: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: Paper de los floculantes de quitosano moderadamente hidrofóbicos en la eliminación de antibióticos traza del control de agua y membrana de ensuciamiento de membrana</p>	
<p>AUTOR (ES): Zhen Yang, Tianyang Hou, Jiangya Ma, Bo Yuan, Ziqi Tian, Weiben Yang, Nigel J.D. Graham</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020</p>
<p>PARTICIPANTE: SCIENCE DIRECT</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-10 p.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Moderately hydrophobic flocculants, chitosan, flocculation, ultrafiltration, antibiotics, surface water treatment</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Bioactivo</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>Test de jarras</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>10 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L, 40 mg/L, 50 mg/L, 60 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>Se descubrió que los nuevos MHC con hidrofobicidad controlada (MHC20) son muy eficaces en la eliminación de trazas de antibióticos.</p>

ANEXO N° 25: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: Estudios sobre el tratamiento de las aguas residuales de la industria automotriz utilizando el proceso de coagulación basado en la ozonación, el electro-fentón y el quitosano</p>	
<p>AUTOR (ES): Thirugnanasambandham Karchiyappan</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2022</p>
<p>PARTICIPANTE: SCOPUS</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-8 p</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Automotive industry wastewater, coagulation, optimization, organic fertilizer</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Bioabsorbente</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>Mezclador combinado</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>500 mg/L, 800 mg/L, 1000 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>Se concluye que el 95% de las materias orgánicas se encontraron en sedimentos de CBC, que se pueden utilizar como un excelente fertilizante orgánico.</p>

ANEXO N° 26: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: Síntesis de acetato de bencilo catalizado por lipasa inmovilizada en perlas no tóxicas de quitosano-polifosfato</p>	
<p>AUTOR (ES): Ana D.Q. Melo, Francisco F.M. Silva, José C.S. dos Santos, Roberto Fernández-Lafuente, Telma L.G. Lemos, Francisco A. Días Filho</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2017</p>
<p>PARTICIPANTE: SCOPUS</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-17 p.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Chitosan, polyphosphate, immobilization, CALB, lipase</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>Desacetilación al 88.2%</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Biocompatible</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>No indica el instrumento utilizado</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>0,1 mg/L, 0,6 mg/L, 1,1 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>Los resultados mostraron que la lipasa inmovilizada presentó alta estabilización térmica y mantuvo alta actividad en solventes orgánicos y, finalmente, la estabilidad del biocatalizador en valores extremos de pH (pH 4 y 10) es notable</p>

ANEXO N° 27: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: La efectividad de la extracción de quitosano de las conchas de los crustáceos como coagulante natural</p>	
<p>AUTOR (ES): L. S. Hassan, Nabihah Abdullah, Suhaila Abdullah, S.R. Ghazali, NAM Sobri, Norazlina Hashim, NAM Yahya, WMN Muslim</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2022</p>
<p>PARTICIPANTE: PROQUEST</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-11 p.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>crustaceans, natural coagulant, chitosan</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Bioactivo</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>Test de jarras</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>122 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>La muestra de cangrejo mostró un alto porcentaje de eliminación de SST con 98.93% concluyendo que las conchas del cangrejo fueron mejores que el camarón como coagulante natural.</p>

ANEXO N° 28: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: El uso de quitosano y floculantes a base de almidón para el tratamiento con agua de retrolavado de filtro</p>	
<p>AUTOR (ES): Piotr Maćczak, Halina Kaczmarek, Marta Ziegler-Borowska, Katarzyna Wegrzynowska-Drzymalska, Aleksandra Burkowska-But</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2022</p>
<p>PARTICIPANTE: PROQUEST</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-19 p.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Chitosan, starch, dialdehyde biopolymers, flocculants, water treatment, biodegradation</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>Desacetilación al 85%</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Bioactivo y biodegradable</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>Test de jarras</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>0.1 mg/L, 0.2 mg/L, 0.5 mg/L, 1.0 mg/L, 2.0 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>El floculante más eficaz resultó ser el quitosano no modificado, que fue capaz de eliminar la turbidez y los iones de hierro al nivel de los floculantes comerciales de poliacrilamida.</p>

ANEXO N° 29: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: Síntesis ultrasónica de nanocitosano y sus efectos de tamaño sobre la eliminación de turbidez y la oferta en el tratamiento de aguas residuales</p>	
<p>AUTOR (ES): Fitri Khoerunnisa, Yustika Desti Yolanda, Mita Nurhayati, Firdha Zahra, Muhamad Nasir, Pakorn Opaprakasit, Min-Yee Choo, Eng-Poh Ng.</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021</p>
<p>PARTICIPANTE: PROQUEST</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-13 p.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>nanochitosan, ultrasonication, coagulation, turbidity removal, dealcalization</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>Desacetilación al 85%</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Bioabsorbente</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>Test de jarras</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>400 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>las nanopartículas de quitosano han demostrado ser excelentes biofloculantes/biocoagulantes ya que logró una eficiencia de eliminación del 75.5% lo que ofrece una alternativa verde al sistema de tratamiento de agua existente.</p>

ANEXO N° 30: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL
---	-------------------------------------

TÍTULO: Extracción asistida por ultrasonido de compuestos bioactivos de hojas de té verde y aclaración con coagulantes naturales (semillas de quitosano y moringa oleífera)	
AUTOR (ES): Marlon Menezes Maciel Bindes, Miria Hespanhol Miranda Reis, Vicelma Luiz Cardoso	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019
PARTICIPANTE: SCIENCE DIRECT	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-9 p.

PALABRAS CLAVES:	Moringa oleífera seeds, naturals coagulants, turbidity
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioactivo
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	25 mg/L, 50 mg/L, 100 mg/L, 200 mg/L, 500 mg/L, 750 mg/L, 1000 mg/L, 2000 mg/L
CONCLUSIONES	Para los tratamientos de quitosano se proporcionaron una reducción del 96% para sólidos en suspensión.

ANEXO N° 31: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Uso de quitosano para mejorar el proceso de purificación de agua superficial en Egipto	
AUTOR (ES): Rania S.M.A. Hamdon, Ahmed Salem, Hany G.I. Ahmed, Medhat M. H. ElZahar	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2022
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-9 p.

PALABRAS CLAVES:	Chitosan, coagulation, flocculation, NOM, water purification
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioabsorbente y soluble
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Mezclador combinado
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	2 mg/L, 4 mg/L, 6 mg/L, 8 mg/L, 10 mg/L, y 12 mg/L
CONCLUSIONES	Concluyeron que el uso de quitosano es eficaz para eliminar el MON y reducir las algas y la turbidez.

ANEXO N° 32: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: Uso de quitosano/CHPATC como coagulante para eliminar el color y la turbidez de las aguas residuales industriales: optimización a través del diseño RSM</p>	
<p>AUTOR (ES): Meysam Mohammad Momeni, Davood Kahforoushan, Farhang Abbasi, Saeid Ghanbarian</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018</p>
<p>PARTICIPANTE: SCIENCE DIRECT</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-9 p.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>color, turbidity, wastewater, coagulation, natural coagulant, modified chitosan</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Biodegradable y bioactivo</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>Test de jarras</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>2000 mg/L, 2200 mg/L, 2400 mg/L, 2600 mg/L, 2800 mg/L, 3000 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>La adición de quitosano a las aguas residuales industriales resultó eficaz en la eliminación. Los mayores porcentajes de para remoción fue el coagulante.</p>

ANEXO N° 33: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: Utilización de los injertos de sangre de quitosano como coagulante para procesar los desechos de electro sobre el electro sobre los desechos</p>	
<p>AUTOR (ES): C. D. Wulandari, H. Setyobudiarso, Koteldae</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021</p>
<p>PARTICIPANTE: PROQUEST</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-7 p.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Natural coagulants, chitosan, electroplating waste</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>No indica el grado de desacetilación que presenta el quitosano empleado</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Bioactivo</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>Test de jarras</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>300 mg/L, 600 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>El coagulante de alumbre y quitosano tiene la capacidad de neutralizar el pH de acuerdo con la norma de calidad de los residuos de galvanoplastia, de 6,2 a 7,6</p>

ANEXO N° 34: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<p>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</p>
---	--

<p>TÍTULO: Nuevo biofloculante catiónico similar al quitosano de <i>Citrobacter youngae</i></p>	
<p>AUTOR (ES): Mohamed Hatta Nur Syahirah, Shie Wei Lau, Masahiro Takeo, Han Bing Chua, Priyanka Baranwal, Nabab Mujawar Mubarak, Mohammad Khalid</p>	<p>AÑO DE PUBLICACIÓN: 2021</p>
<p>PARTICIPANTE: WEB OF SCIENCE</p>	<p>PÁGINAS EMPLEADAS: 1-9 P.</p>

<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Citrobacter, Biofloculant, flocculant activity, polysaccharide backbone</p>
<p>GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO</p>	<p>Desacetilación al 85%</p>
<p>CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO</p>	<p>Bioactivo</p>
<p>MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST</p>	<p>Agitador magnético</p>
<p>CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO</p>	<p>10 mg/L, 15 mg/L, 20 mg/L, 30 mg/L, 40 mg/L, 50 mg/L, 60 mg/L, 70 mg/L, 80 mg/L, 90 mg/L, 100 mg/L</p>
<p>CONCLUSIONES</p>	<p>La floculación en suspensión de kaolin, exhibió una alta actividad de 95% sin efecto de sobredosis negativo.</p>

ANEXO N° 35: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL
---	-------------------------------------

TÍTULO: Uso de quitosano en la remediación de aguas de depuración de biodiesel	
AUTOR (ES): Erivelton César Stroparo; Krissina Camilla Mollinari; Kely Viviane de Souza	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2018
PARTICIPANTE: WEB OF SCIENCE	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-6 P.

PALABRAS CLAVES:	biofuel, wastewater, chitosan, transesterification, photo-degradation
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 66.5%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioabsorbente
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Agitador magnético
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	800 mg/L
CONCLUSIONES	Las aguas residuales de la producción de biodiesel necesitan ser tratados de manera eficiente en cualquier rango de pH

ANEXO N° 36: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h2>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h2>
---	---------------------------------------

TÍTULO: reducción de la turbidez en agua potable por coagulación-floculación con polímeros de quitosano	
AUTOR (ES): Ampai Soros, James E. Amburgey, Christine E. Stauber, Mark D. Sobsey, Lisa M. Casanova	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2019
PARTICIPANTE: PUBMED	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-16 P.

PALABRAS CLAVES:	Chitosan, coagulation, turbidity, water
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 90%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Bioabsorbente
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Test de jarras
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	1 mg/L, 3 mg/L, 10 mg/L, 30 mg/L
CONCLUSIONES	Dosis bajas de quitosano (1-10 mg/L) fueron efectivas para remover caolinita, la dosis de 3 mg/L dio la mayor eliminación

ANEXO N° 37: FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

	<h3>FICHA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL</h3>
---	---------------------------------------

TÍTULO: Optimización de quitosano/Moringa sostenible. oleifera como coadyuvante coagulante para el tratamiento de aguas turbias sintéticas: un estudio sistémico	
AUTOR (ES): Sivakumar Vigneshwaran; Perumal Karthikeyan; Palliyalil Sirajudheen; Sankaran Meenakshi	AÑO DE PUBLICACIÓN: 2020
PARTICIPANTE: SCOPUS	PÁGINAS EMPLEADAS: 1-9 P.

PALABRAS CLAVES:	Chitosan/M. oleifera coagulant, wastewater treatment, sst removal
GRADO DE DESACETILACIÓN DEL QUITOSANO	Desacetilación al 85%
CARACTERÍSTICAS REMOVEDORAS DE SST QUE TIENE EL QUITOSANO	Biodegradable y No Tóxico
MÉTODO USADO EN LA REMOCIÓN DE SST	Mezclador combinado
CONCENTRACIÓN DE QUITOSANO USADO	25 mg/L, 50 mg/L, 75 mg/L, 100 mg/L, 125 mg/L, 150 mg/L, 200 mg/L
CONCLUSIONES	En el tratamiento de aguas residuales se removió, mediante absorción, las partículas en suspensión con eficiencia debido a las altas propiedades.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Uso de Quitosano en la Remoción de Sólidos Suspendidos Totales Presentes en Aguas Residuales: Revisión Sistemática", cuyos autores son SANCHEZ HUAMAN NATALY ESTHER, RONDINEL ALFARO CINTHIA FIORELA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado 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 César Vallejo.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 09 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SERNAQUE AUCCAHUASI FERNANDO ANTONIO DNI: 07268863 ORCID: 0000-0003-1485-5854	Firmado electrónicamente por: FSERNAQUEA el 10- 12-2022 08:47:32

Código documento Trilce: TRI - 0481188