



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Revisión Sistemática: Aplicación de coagulantes naturales
para el tratamiento de aguas contaminadas**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORES:

Barboza Quispe, Roger (0000-0002-6191-6632)
Vega Robles, Bryan Walter (0000-0001-5729-2698)

ASESOR:

Dr. Fernando Antonio, Sernaque Auccahuasi (0000-0003-1485-5854)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria:

A mis madres y a mi hermano menor, porque
ellos siempre estuvieron a mi lado
brindándome su apoyo y sus
consejos
para ser una mejor persona y un profesional con
virtudes para discernir correctamente en
mis labores del día a día.

Bryan.

A mis padres por su apoyo incondicional,
moral y económico para poder finalizar
esta etapa de mi carrera universitaria,
gracias a mi hermano por darme las fuerzas de
salir adelante, tu eres un ejemplo a seguir
para mi este logro se lo dedico a
ustedes.

Roger.

Agradecimientos:

Gracias a nuestros padres por ser los principales promotores de nuestras vidas, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado. Agradecemos a nuestros profesores de la Universidad Cesar Vallejo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, a nuestro asesor de nuestro proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente.

PRESENTACIÓN

Vega Robles Bryan Walter con DNI N° 47146001 y Roger Barboza Quispe con DNI N° 47092789, con disposición a cumplir con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Ambiental, emitimos bajo juramento que todo nuestro proyecto de investigación es íntegramente veraz y legítimo. El presente proyecto de investigación se basa en una revisión sistemática de las técnicas de tratamientos de los residuos hospitalarios, que va a explicar de forma detallada y estadística en base a investigaciones e información internacional verídica, que tratamiento es el más efectivo, lo cual permitirá comparar las diferentes tecnologías y técnicas ya existentes, y las que se están proponiendo en los últimos años. Nuestro proyecto esta titulada como: Revisión sistemática: métodos biológicos para la eliminación de contaminantes emergentes en aguas residuales.

Los capítulos que han sido desarrollados en el presente proyecto fueron establecidos por la Universidad César Vallejo, planteados de la siguiente manera:

Capítulo I, se consideran los puntos generales de toda la investigación, dos de ellos son los antecedentes y la realidad problemática, en la cual se destaca la importancia del problema, la razón del por la que se está desarrollando la investigación.

Capitulo II, se describirán las etapas de la investigación, como el tipo de investigación, y el diseño de investigación que se utilizará en el proyecto, se destacará la información obtenida en base a otros trabajos de los últimos 5 años. También se verán los aspectos éticos de la investigación.

Capítulo III, en este se detallan los aspectos administrativos del proyecto como, los recursos, y los presupuestos que se gastaron para la elaboración del proyecto.

Capítulo IV, se presentarán las referencias bibliográficas, fuentes citadas en la investigación que servirán como base argumentativa sólida.

Capítulo V, finalmente para concluir todo el documento de investigación se presentarán los anexos, en donde se encontrarán la matriz de consistencia, el cronograma de actividades y entre otros.

RESUMEN

El problema de la investigación fue ¿Cuáles son los coagulantes naturales para el tratamiento de aguas contaminadas? El objetivo de la investigación fue determinar la capacidad clarificadora y la eficacia de los coagulantes naturales para el tratamiento de aguas contaminadas. La turbidez es un gran problema en el tratamiento del agua. *Moringa oleifera*, *Cicer arietinum* y *Dolichoss lablap* entre otros que se mencionaran en el desarrollo de esta investigación, se emplearon como coagulantes naturales disponibles para reducir la turbidez del agua. Los extractos del coagulante natural redujeron su turbidez (NTU), respectivamente después de la dosificación y posterior filtración. También se encontró una disminución total de coliformes del 88 al 95%. En este sentido, un aporte importante de la revisión sistemática corresponde a nuevas evidencias sobre el uso de los coagulantes naturales para mejorar las características del agua.

Palabras clave: Coagulantes, floculación, turbidez, tratamiento, clarificación

ABSTRACT

The research problem was ¿What are the natural coagulants for the treatment of contaminated water?. The objective of the research was to determine the clarifying capacity and efficacy of natural coagulants for the treatment of contaminated water. Turbidity is a big problem in water treatment. *Moringa oleifera*, *Cicer arietinum* and *Dolichoss lablap*, among others mentioned in the development of this research, were used as available natural coagulants to reduce water turbidity. The extracts of the natural coagulant reduced its turbidity (NTU), respectively after dosing and subsequent filtration. A total decrease in coliforms of 88 to 95% was also found. In this sense, an important contribution of the systematic review corresponds to new evidence on the use of natural coagulants to improve water characteristics.

Keywords: Coagulants, flocculation, turbidity, treatment, clarification

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	iv
PRESENTACIÓN.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	18
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística	19
3.3. Escenario.....	20
3.4. Participantes.....	20
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.6. Procedimiento	21
3.7. Rigor científico	23
3.8. Método de análisis de datos	25
3.9. Aspectos éticos.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
V. CONCLUSIONES.....	29
VI. RECOMENDACIONES	30
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31
VIII. ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: *Matriz de Categorización Apriorística*.....20

Tabla 2: *Resultados de artículos sobre métodos biológicos para la eliminación de contaminantes emergentes*.....29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: <i>flujograma del procedimiento para determinar el n final según los criterios de inclusión.....</i>	<i>24</i>
---	-----------

I. INTRODUCCIÓN

En nuestros tiempos, miles de personas que viven en lugares remotos o de difícil acceso no tienen agua potable, lo que representa un problema grave para su salud, esta situación les obliga a consumir agua directamente de fuentes contaminadas tales como ríos, lagos, etc. Esta agua sin un tratamiento previo casi siempre llega contaminada ya que muchas industrias vierten sus desechos directamente a las fuentes hídricas, esto pone en riesgo la salud de los individuos que consumen esta agua sin tratamiento previo” (Torrejon,2000, p.3).

El proceso de desinfección del agua que involucra la coagulación y floculación para su posterior desinfección y potabilización necesita una inversión que en algunos lugares donde no es tan asequible el agua potable, es muy complicado llevar a cabo una desinfección de patógenos y solidos suspendidos que sea adecuada y viable; por lo tanto es indispensable una evaluación de otras opciones para poder potabilizar el agua residual, como alternativas de coagulantes se optó por la utilización de coagulantes de origen vegetal, con el fin de buscar alternativas para tratar el agua residual (Leonardo, 2017, pag.16,p.2)

La calidad del agua se ha deteriorado significativamente con tiempo debido al crecimiento industrial y desarrollo social. El acceso al agua potable se ha convertido en uno de Los principales problemas que enfrentan los países en desarrollo debido al aumento de la población y la industrialización (Tukki, 2016, p.5). Las vertientes hídricas del mundo se someten día a día a contaminación de distintas índoles, esto nos lleva a tomar medidas para que esta contaminación no llegue a las personas y sufran consecuencias en su salud, por tal motivo es indispensable tratar de buscar nuevas tecnologías de descontaminación del agua residual” (Sánchez, 2016, p. 342).

Existen diversos tipos de coagulantes que se emplean en los procesos de descontaminación del agua, para los cuales pueden ser clasificados como orgánicos e inorgánicos (Okuda, 2001,p.7). Cabe recalcar que se han logrado nuevos métodos para el tratamiento de agua contaminada, mas no sean podido obtener los estudios suficientes acerca de los coagulantes viables económicamente y no contaminantes para la salud y el medio ambiente, en otras palabras, mencionamos a los coagulantes

naturales (Mageshkumar M, 2015, p.2).

Actualmente la insuficiencia del agua potable golpea a 390 millones de personas en 28 países del mundo y se estima que para el año 2029 este problema se llegaría a aumentar a una cifra deslumbrante de 1,7 billones de individuos, lo que nos lleva a deducir que un tercio de individuos en el mundo tendrán unos escasos del recurso agua, y se estima que las zonas de mayores escasos sería el continente de África por sus sequías prolongadas actualmente. Así mismo, en la ingeniería ambiental, el tratamiento de aguas contaminadas es considerado un tema importante pues el recurso hídrico es un recurso necesariamente elemental para poder sustentar una calidad de vida óptima para todos los individuos que habitamos este mundo. La demanda de un agua óptima para consumo es un derecho que todos los países deberían implementar como prioridad, sin embargo, la realidad de cada país es otra ya que no todos tienen acceso al agua potable” (Madoni, 2011, p.4).

Respecto al impacto generado en la contaminación del agua en la economía, esta supera la inversión necesaria para poder desinfectar las aguas residuales. En nuestros tiempos, los escasos de agua potable y segura para nuestro consumo como también del saneamiento y desinfección de esta, es un problema que va en crecimiento y va estrechamente ligado a los problemas de salud. (OMS, 2012, p.7).

Si tomamos en consideración a los individuos que son más vulnerable, más aun en zonas rurales en donde escasea el agua potable no solo por la distancia alejada en las que se ubican sino también por la misma geografía del terreno , la implementación de agentes inorgánicos para la desinfección del agua tales como el cloro, hacen casi imposible llevar a cabo un tratamiento y desinfección del agua natural o residual ya que conlleva un costo elevado para estos individuos y no solo eso ya que al adicionar agentes químicos inorgánicos alteran el pH y otras propiedades, por lo cual se trataría de utilizar coagulantes naturales locales para la potabilización del agua residual y de consumo. (Ramírez, Jaramillo 2015, pág. 11, p. 3).

En el Perú actualmente se emplean coagulantes químicos tales como el sulfato de aluminio y sulfato férrico para tratar el agua, lo que requiere una inversión de alto costo, en cambio, la implementación de *Echinopsis pachanoi* (San pedro) o *Vicia faba*. (Harina de Haba) entre otros empleados como coagulante natural requieren una inversión de

bajo costo, siendo inocuas para el ser humano y amigable con el medio ambiente (Fernández, 2013, p.2).

Considerando el contexto descrito anteriormente, se aportó evidencias sobre la efectividad de distintos tipos de coagulantes naturales en la etapa de coagulación de aguas contaminadas de diversas fuentes, para lo que se propuso la aplicación de diferentes dosificaciones de coagulante se hizo el seguimiento monitoreando los parámetros físicos y químicos que son pH, color, turbidez, DBO, DQO, SST buscando como resultado analizar la cantidad necesaria óptima de coagulante respecto a su capacidad de remover impurezas impuestas en la normativa del Perú (ECAs) (Meztanza,2007,pag.6,p.2).

II. MARCO TEÓRICO

Existen diversos coagulantes empleados en el procedimiento de desinfección del agua, actualmente se clasifican en orgánicos e inorgánicos (Okuda, 2011, pag.11, p.3). En términos Fisicoquímicos, la forma en que se coagulan distintos componentes disueltos en el agua residual se ve influenciado por distintos factores, ya sea la temperatura del el mismo o la capacidad de disolverse y coagular las partículas en suspensión de distintos tipos de muestras a distintos tipos de concentración (Norde, 2009, p. 11). compararon en su investigación la eficiencia de coagulación entre tres tipos de soluciones obtenidas de las semillas de Moringa Oleífera y el sulfato de aluminio mediante prueba de jarras. El tratamiento del agua con sulfato de aluminio proporcionó los valores más altos de remoción de turbiedad (95.60%) y color (98.32%), seguida del tratamiento de la solución de Moringa en cloruro de sodio Sandoval y Laines, (2013).

Opciones para potabilizar el agua en zonas marginales tuvo el objetivo primordial la implementación de la cepa de ben para la desinfección del agua residual; en las pruebas de jarra donde se trabajó in-situ con una muestra de 4 Lts. de agua residual se adiciono 29 g de la cepa en mención y se agito por un periodo de 30 min hasta obtener los flóculos, luego se filtró para dar como conclusión que es posible potabilizar el agua con este tratamiento dando como resultado agua para consumo (Vilchez,2013, pag.12, p.4).

“Efectividad de la eliminación de turbidez de aguas mediante el uso de semillas de un coagulante natural *Citrullus lanatus*, se mezcló a 100 rpm a 30 °C durante un período de tiempo de 30 min. El color lechoso oscuro del agua residual ha cambiado a un color de claro semi-translucido después del proceso. Además, las suspensiones se eliminan en gran medida. Se observó que la DBO a 27 °C durante 3 días la muestra redujo un promedio de 2620 mg/L a 1180 mg/L y la DQO del efluente se redujo de 4520 mg/L a 2251 mg/L.

La turbidez del efluente se redujo. en un 86,7% y la eficiencia total de eliminación de sólidos suspendidos fue 68.8%” (Vikram, 2017, pag.3, p.2).

Evaluación de coagulantes naturales de origen vegetal para tratamiento de aguas residuales. Se descubrió que el polvo de cáscara de plátano es un mejor coagulante que otros en términos de actividad coagulante (eliminación de turbidez). La cáscara de

plátano está compuesta de sustancias poliméricas como fibras (11.04%) y proteínas (10.14%) (Memon,2008pag,4, p.2). El análisis in-situ de las cáscaras de plátano reveló varios picos de diferentes grupos funcionales como el ácido carboxílico (C = O), hidroxilo (-OH) y aminas alifáticas (N – H) que indican la presencia de especies con carga positiva y negativa en las sustancias poliméricas efectivas a la hora de aglomerar partículas en suspensión (Sandhya, 2017, pag4, p.3).

Tratamiento de aguas residuales textiles con (*Calotropis procera*) Semilla de tamarindo como coagulante; para el proceso de coagulación en aguas residuales textiles han revelado que el polvo de la semilla de tamarindo contenía algunas propiedades coagulantes con una dosis óptima de 4.0 g a pH neutro y 10 minutos de tiempo de mezcla. La eficiencia de semillas de tamarindo mejora con la adición de la manzana Sodom como coagulante ayuda. Se encontró que la mejor eficiencia de eliminación de contaminantes del coagulante asistido se logró en dosis de 1.0 ml y 2.0 g para coagulante líquido y coagulante sólido, respectivamente. Bajo lo obtenido en una condición óptima, se observó que el sistema de coagulación alcanzaba la máxima eficiencia de 69.48% a los 2 minutos, 4.0 g de dosis de coagulante y 1.0 g de coagulante en polvo y pH de 7.0 (Danladi,2017, pag.84,p.2).

Detección y evaluación de coagulantes naturales para tratamiento de aguas; Se muestra que la actividad de coagulación del frijol rojo aumenta desde la actividad inicial en un 30% después de incubar a 85 ° C durante 30 minutos y 1 hora al incubar a 95 ° C también mostró una mayor actividad en comparación con la inicial. Por otro lado, el maíz de azúcar y el maíz rojo se vieron negativamente afectados por el calentamiento a 85 ° C y 95 ° C.

La actividad se redujo en un 5% a la inicial. Una posible razón podría ser la activación de algunas enzimas presentes en el extracto que causa la degradación de la proteína en varios péptidos, dejando a los sitios activo libres para actuar sobre sustratos (Gunaratna, Dalhammar.2007, pag.6, p.1).

Combinación de quitosana-bentonita natural para agua tratamiento de agua residual; La combinación de quitosano o natural bentonita en condiciones ácidas bajo la

concentración óptima de 800 mg / L produjo más del 67% de eliminación de contaminantes (color, 78%; turbidez, 89%; Fe, 90%; DQO, 67%) así como reduciendo la cantidad de dosis utilizada (quitosana-bentonita natural; 0.21 g: 0.19 g). Esta combinación es obviamente relevante como agente purificador del agua turbia. Otros coagulantes estudiados como la combinación de quitosano-SMB y SMB también mostró una afinidad con los contaminantes en el tratamiento (Farhana, Zaman 2014, pag.227, p.3).

En el artículo **Reducción del agua turbia utilizando coagulantes naturales disponibles localmente** menciona; *la Moringa oleifera, Cicer arietinum y Dolichos lablab* se usaron como coagulantes naturales disponibles localmente para reducir la turbidez del agua residual. Las pruebas se llevaron a cabo utilizando agua turbia artificial con un aparato de prueba de jarra convencional. Se determinó la intensidad y duración óptimas de mezcla. Después de dosificar extractos solubles en agua de *Moringa oleifera, Cicer arietinum y Dolichos lablab* redujeron la turbidez a 5.9, 3.9 y 11.1 unidad de turbidez nefelométrica (NTU), respectivamente, de 100 NTU y 5, 3.3 y 9.5, NTU, respectivamente, después dosificación y filtración. Los coagulantes naturales funcionaron mejor con agua altamente turbia en comparación con agua turbia media o baja. La mayor eficiencia de reducción de turbidez (95.89%) se encontró con *Cicer arietinum*. También se encontró una reducción total de coliformes del 89 al 96% con el tratamiento con coagulantes naturales del agua turbia (Asrafuzzaman,2011, p.4).

Optimización de la capacidad de floculación de coagulantes naturales en tratamiento de aguas; La optimización de la capacidad floculante de tres coagulantes naturales en el agua tratada artificial evaluada a través del

porcentaje de eliminación muestra valores de 99.09% para Variedad *Echinopsis pachanoi* (San pedro), 92.419% para *Neoraimondia arequipensis (Ulluquite)* variedad y 98.98% para la variedad *Opuntia ficus*. Para dosis de 0.207%, 0.246% y 0.754% respectivamente en solución coagulante al 1% (Peralta, Quispe, Reynoso, 2019, pag.93, p.3).

Reducción del agua turbia usando coagulantes naturales disponibles localmente; utilizando *Dolichos lablab* como coagulante natural para la reducción de la turbidez, se demostró que la turbidez inicial de 20 (bajo), 40 NTU (medio) y 80 (alto) disminuyó considerablemente cuando aumentaron las dosis del coagulante. La coagulación fue más efectiva con una dosis de 200 mg / 500 ml, cuando la actividad de coagulación del extracto de semilla de *Dolichos lablab* fue 65, 62 y 68% a un tiempo de asentamiento de 60 minutos. Entonces el uso de los materiales disponibles localmente como los frijoles ofrecen una mejor opción para obtener agua limpia y segura accesible para la población rural” (Unnisa,2016, pag.4, p.4).

“Papel del coagulante natural y energía solar en el tratamiento del agua turbia; las muestras tratadas a partir del coagulante de maíz natural y la desinfección solar se llevó a cabo por el método de prueba de jarras mostrando alta reducción de turbidez y alta actividad coagulante en las muestras tratadas ya que contienen un ingrediente activo de almidón, que es un polímero no iónico que forma iones positivos y negativos en el agua, el agua clarificada con coagulante natural cuando se expone a la desinfección solar mostró inactivación drástica de *E. coli* y *Coliformes* en la muestra tratada” (Syeda,Bhupatthi,2010,pag.2,p.3).

Tratamiento de agua en el hogar por filtración directa con coagulante; dosificar 10 l de agua cruda (preestablecido si la turbidez inicial es c. 100 NTU) con semilla de *S. potatorum* o semilla de *M. oleifera* como coagulante, mezcle agitando a mano durante 2-3 minutos y filtre el agua directamente a través de un filtro de arena de 500 mm. El filtro de arena puede ser hecho de 1.200 mm de largo y 150 mm de tubo IDPVC, empaquetado hasta una profundidad de 500 mm con arena fina, con 20–30 mm de grava del coagulante en la parte inferior y disposición para producir un caudal de 3 l min⁻¹. Se pueden ejecutar dos o tres filtros realizado diariamente para luego volver cambiar el coagulante natural empleado (Malay,Raveendra, 2005, pag.29, p.4).

Aplicaciones de coagulantes naturales para tratar aguas residuales

Los coagulantes están presentes en dos formas, el primero es coagulantes basados en plantas (PBC) y el segundo son coagulantes no basados en plantas. La preparación de coagulantes naturales consiste en tres pasos para la sustitución de la dosificación del coagulante en el tratamiento de aguas residuales. El tratamiento a través de

biocoagulantes significa un desarrollo vital en un entorno viable para un mejor ecosistema particularmente para áreas menos urbanizadas. Un intento es usar coagulante ecológico como un producto natural para el proceso de coagulación para tratar aguas residuales.

“La turbidez es la cantidad de partículas en suspensión que yacen en un cuerpo acuoso y que impiden el paso de la luz a través de este, mientras más partículas suspendidas haya, la turbidez será más alta, esta se mide en NTU” (González, 2011, p2).

“El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno, una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. La escala de pH generalmente varía de 0 a 14. Las soluciones acuosas a 25 ° C con un pH inferior a 7 son ácidas, mientras que las que tienen un pH superior a 7 son básicas o alcalinas. Un nivel de pH de 7.0 a 25 ° C se define como "neutro" porque la concentración de H_3O^+ es igual a la concentración de OH^- en agua pura (Martínez, 2000, p.5).

La coagulación con extractos de vegetación natural y renovable se ha practicado ampliamente a lo largo de la historia. Hay una variedad de coagulantes naturales utilizados en todo el mundo, dependiendo de la disponibilidad. Se pueden utilizar extractos de las semillas del árbol de Moringa oleifera, ampliamente presente en África, Oriente Medio y el subcontinente indio. *Strychnos potatorum* (también conocido como el árbol de nueces o nirmali), se encuentra en India, Sri Lanka y Myanmar y puede usarse para tratar el agua. El nopal es frecuente y se usa tradicionalmente en América Latina” (Cawst 2014, p,2).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación realizada es de tipo Aplicada, cuyo principal propósito es dar la solución a situaciones y problemas concretos e identificables (Bunge, pag.4, p.2, 2001). Así mismo; busca el aporte de conocimiento con aplicación directa a problemas que tiene la sociedad o el sector produce. Se enfoca fundamentalmente en los aportes tecnológicos de la investigación base, enfocándose en el proceso de unión entre la teoría y el resultado (Lozada, pag.47, 2014). Menciona a la investigación aplicada como implicaciones epistemológicas, tales como saber y hacer, verdad y acción y explicación y aplicativo. Este tipo de investigación permite explicar un determinado fenómeno y a su vez poner en práctica los resultados de una investigación en situaciones que requieren solución o atención (Vargas, p.6,2009).

El trabajo que se realizara tiene como fundamento la investigación de trabajos previos y la búsqueda de información del tema seleccionado, en este contexto, tiene como propósito solucionar un determinado problema o planteamiento propio, basándose en la investigación y consolidación del conocimiento para su aplicación, por ende, el enriquecimiento del desarrollo cultural y científico.

El diseño de investigación es cualitativo narrativo de tópicos. El concepto de diseño tiene otro significado, diferente al que abarca en el enfoque cuantitativo, ya que en las investigaciones cualitativas van sujetas a condiciones de cada contexto en particular. En un enfoque cualitativo, el diseño se basa al abordaje general que vallamos a utilizar en el proceso de la investigación (Álvarez, pag.470, p .2,2016). Esta investigación cumple relación con el diseño del tipo narrativo de los autores mencionados anteriormente, sobre la estructura de los hechos o la temática, en función a una línea de tiempo progresiva, además se busca aplicar el conocimiento resultante de la pregunta general de la investigación, para facilitar otras revisiones sistemáticas sobre métodos biológicos para el tratamiento de aguas residuales con coagulantes naturales.

3.2. Categorías, Subcategorías y matriz de categorización apriorística

El método de investigación cualitativa narrativo de carácter tópico es la recolección de información enfocada en la observación de comportamientos con una visión científica abiertas para la posterior interpretación de significados. Como investigadores estudiamos la realidad en su contexto natural. Este tipo de enfoque cualitativo y cuantitativo son una herramienta que permite recabar información.

MATRIZ DE CATEGORIZACIÓN APRIORISTICA

Título: Revisión Sistemática: Aplicación de coagulantes naturales para el tratamiento de aguas contaminadas.

Objetivo General: Determinar la eficacia en la remoción de solidos suspendidos empleando coagulantes naturales para el tratamiento de aguas contaminadas.

Objetivo General: Determinar la eficacia en la remoción de solidos suspendidos empleando coagulantes naturales para el tratamiento de aguas contaminadas.

Objetivos Específicos	Problemas específicos	Categoría	Subcategoría 1	Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3
Analizar los coagulantes naturales más utilizados para el tratamiento de aguas contaminadas	Cuáles son los coagulantes naturales más utilizados para el tratamiento de aguas contaminadas?	-Tecnologías (Morato,2016).	-Convencionales -No convencionales (Gonzales,2019).	-Por su complejidad (Chereminoff,2012).	-Por su costo de aplicación (Briseño,2014).	-Por el enfoque de desarrollo (Noggard,2019).
Analizar las características de los coagulantes naturales para el tratamiento de aguas contaminadas	Cuáles son las características de los coagulantes naturales para el tratamiento de aguas contaminadas?	-Procesos (Rodríguez,2016).	-Procesos Físicos (Vernon,2012). -Procesos Químicos (Marín, 2013).	- Por el tiempo de remoción (Galeano, 2016).	-Por su complejidad (Hussain,2018).	- Por el tipo de coagulante a emplear (Nahum,2011).
Analizar los metales más comunes encontrados en el tratamiento de aguas contaminadas.	¿Cuáles son los metales más encontrados en el tratamiento de aguas contaminadas?	- Tipos de coagulantes para metales pesados (Nharingo et al., 2015)	- Dosis coagulante (mg/l) Beltrán Heredia y Sánchez Martín, 2009	Metales más comunes Pb^{+2} Zn^{+2} Cd^{+2} Cu^{+2} Cr^{+2} Hg^{+2} (Zhang et al., 2014)	- Por el contexto en el que se orienta (escenario) (Hussain,2018).	- Partes utilizadas en el tratamiento. Chang et al., 2009

Tabla 1: Matriz de Categorización Apriorística.

3.3. Escenario

El escenario de estudio que abarca la investigación son las investigaciones realizadas en curtiembres, agua residual de minas, aguas naturales, textiles, agua residual de hogares, agua residual de industrias; en las principales investigaciones tenemos a países desarrollados tales como Estados Unidos, China, Japón, España, Alemania y también se incluyó algunos países en vías de desarrollo. Además, un escenario de investigación es aquel que ofrece posibilidades para realizar investigaciones y representa un ambiente donde se realiza el fenómeno que se está investigando (Skovsmose, p.110,2012).

3.4. Participantes

Los participantes de esta investigación son los artículos publicados en revistas científicas relevantes, tales fuentes de información son Scopus, Scielo, Web of Science, ScienceDirect. Priorizando la búsqueda en sitios web de investigación científica que se publican en revistas internacionales, y pasan una exhaustiva evaluación para la acreditación de los artículos e investigaciones presentados. Mientras que descartamos para la revisión sistemática, las tesis nacionales o internacionales, ya que estas no pasan un proceso de evaluación sobre la cantidad de información que representan.

Así mismo también se descartó el uso de artículos científicos que no hayan sido publicados en revistas científicas. Todo artículo o investigación presentada como ensayo no se ha considerado para la investigación. Además, el número de participantes que presentan en la investigación son aquellos que presentan una similitud como una característica de interés en la investigación (Ramos,2015, p.12, 2015).

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica aplicada en la investigación fue el Análisis Documental que es una técnica de observación complementaria, en caso de que exista registro de acciones y programas. La revisión documental permite hacerse una idea del desarrollo y las características de los procesos y también de disponer de información que confirme o haga dudar de lo que el grupo entrevistado ha mencionado (Rodríguez, p.4, 2016).

Ya que se hará el análisis de la narrativa de documentos, que en este caso corresponden a artículos científicos, “ya que existen técnicas variadas en la investigación cualitativa que pueden ser utilizadas en la concordancia con la finalidad del estudio, entre ellas la etnografía basada en la observación, más o menos participante, más o menos prolongada” (Hamui, p.4, 2016) y se utilizó como instrumento de recolección una forma de ficha de investigación. Un instrumento de recolección de datos cualitativos es aquel que se define como una herramienta para la obtención de datos primordiales para la investigación (Amaya, p. 332, 2017) el cual debe contener los siguientes datos: problemas, objetivos, categorías, sub categorías, autores, resultados, conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones en base a esta revisión sistemática. Esta ficha de recolección de datos de los artículos revisados brinda una mayor facilidad para el análisis de estudio.

3.6. Procedimiento

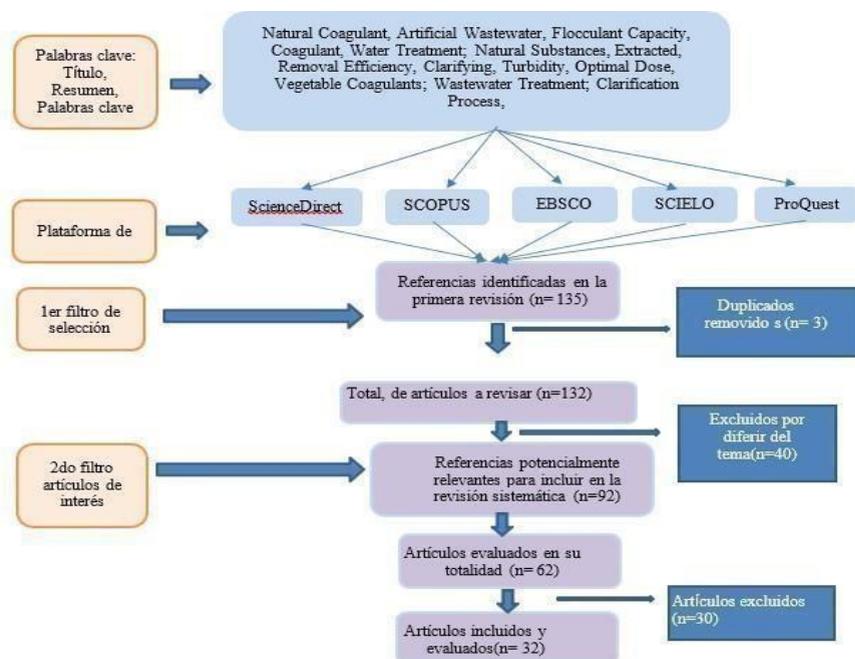
Para esta investigación de diseño narrativo de tópicos, se detalla el seguimiento y muestreo de documentos indexadas tales como: revistas, artículos, libros, revistas, investigaciones, entre otros, teniendo en consideración las palabras claves para la búsqueda de información con relación al tema de investigación en las cuales se consideran criterios de inclusión e exclusión para la búsqueda de información en los diferentes motores de búsqueda(Sciencedirect, EBSCO, ProQuest, Scielo, SCOPUS, Google Books). Es por dicha razón que se ha realizado una revisión sobre una predeterminada cantidad de artículos de revistas indexadas,

investigaciones publicadas de forma online en servidores de carácter confiable, exceptuando las investigaciones de universidades; por ello se trabaja con criterios para poder realizar en distintas etapas, pasos o métodos que permitan procesar correctamente los artículos, empezando por las búsquedas de determinadas palabras clave en bases de datos académicas mencionadas anteriormente.

Además, se debe tener en consideración una antigüedad no mayor a 8 años preferentemente, así como el uso de palabras claves en idioma inglés, portugués, español, etc., ya que dependiendo de la naturaleza de la investigación que se está realizando se usó palabras claves como: “Natural Coagulant”, “Clarifying”, “Removal Efficiency”, “Wasterwater Treatment”, “Clarification Process”, “Turbidity”, “Vegetable Coagulants”, “Optima Dose”.

Se utilizó una tabla resumen de los documentos utilizados considerando los criterios de inclusión y los criterios de exclusión, tal como aparece en la siguiente tabla.

Figura 1: flujograma del procedimiento para determinar el n final según los criterios de inclusión como aparece en la siguiente tabla:



3.7. Rigor científico

La replicabilidad es una de las características básicas a la hora de consolidar avances científicos. Cuando se publica un estudio, hay una serie de normas que garantizan que cualquiera podría repetir la investigación en las condiciones presentadas y obtener el mismo resultado; de esta manera su puede redundar en la solidez del estudio o detectar errores de cualquier tipo (Cabrera, pp.2, 2016).

Replicabilidad es la capacidad de poder implementar la investigación en un contexto diferente, entre más replicable es el trabajo a realizar, el proyecto podrá ser más fácil de retomar su modelo previo y replicarlo en otro lugar, en otras palabras, si una investigación está siendo llevado con éxito en el norte de Colombia y tiene un modelo que puede ser implementado en un contexto diferente, como por ejemplo, el sur de Japón, entonces ese proyecto es replicable y no necesariamente está ampliando su alcance en base a una estrategia de escalabilidad (Buluswar, p,41, 2018).

La investigación realizada será replicable ya que brinda la capacidad de implementar las investigaciones previas sobre los coagulantes naturales y su implementación a la realidad actual del sector a tratar, en nuestro caso las zonas marginales de la serranía peruana y también como una alternativa de tecnología no convencional más ecosostenible.

Se recomienda que al momento de realizar la investigación se haga un análisis detallado de una determinada situación específica basándose estrictamente en documentos confiables y originales. El análisis deberá tener un grado de profundidad viable en lo que se refiere al tema en específico, tanto como a los criterios sistemáticos como a los elementos esenciales que sean de aporte sustancial al área del conocimiento, exponiendo las dificultades y limitaciones que se hallaron en el desarrollo de la investigación y aportando soluciones respectivamente (Janez, p.370, 2012).

La fuente de confiabilidad del trabajo de investigación documental se basa en la habilidad de los investigadores para analizar los datos consultados y registrados. Frente a la validez, confiabilidad, y objetividad, han surgido criterios para intentar establecer las bases de la investigación (Hernández y Baptista, p,21, 2006).

La investigación tiene un carácter de credibilidad fiable y contundente ya que solo se consultaron y consideraron fuentes de páginas de carácter científico estrictamente, tales como ProQuest, Scielo, Web of Science, que, en sus bases de datos respectivos, cuenta con la credibilidad de los autores e investigadores, dando un sustento sólido a la investigación.

La auditabilidad se basa en la habilidad del investigador en seguir la pista o la guía de lo que en original investigador ha hecho. Para ellos se necesita un registro y documentación completa de las decisiones e ideas que el investigador original haya tenido en relación con el estudio. Esta estrategia sirve de ayuda para que el investigador de turno examine los datos y pueda poder las conclusiones iguales o similares correspondientes a las del investigador inicial siempre y cuando tengan similares perspectivas (Guba, p.11, 2011).

La conformabilidad nos remite a la neutralidad del investigador. Ésta no debe confundirse tampoco con la supuesta neutralidad científica libre de valores, sino que simplemente se mantiene en la aspiración ética de mostrar los posibles sesgos del investigador en todo el proceso. Los procedimientos para obtener la conformabilidad irían sobre todo orientados a conseguir explicar el posicionamiento del investigador (Vicario, p.7, 2013).

El trabajo de investigación tiene un carácter de auditabilidad ya opto por una postura neutra al momento de llevar a cabo la interpretación de la información procesada, esto se logró gracias al seguimiento de los artículos de los investigadores seleccionados para el tema de coagulantes naturales para tratar aguas contaminadas.

Como también la transferibilidad viene hacer la responsabilidad que recae sobre el investigador al proporcionar la información sobre el estudio o trabajo de campo y que este sea suficiente para poder trasladar los hallazgos a otro conector. Es necesario especificar técnicas utilizadas, periodo de trabajo, participantes, entre otros (Varela y Vives, p.194, 2016).

La Transferibilidad de una investigación se refiere al grado en el que investigador emplea marcos teóricos, definiciones y técnicas de investigación que son accesibles al entendimiento de otro investigador que pertenece a una misma disciplina u otra que sea afín (Goetz, p.228, 2001). La falta de esta transferibilidad puede traer algunas dificultades para poder aplicar sus hallazgos, con fin de compararlos a otro contexto distinto o similar (Santos, p.41, 2000).

El trabajo de investigación será transferible por que brinda la información necesaria para que otras personas puedan trasladar los hallazgos de este trabajo a otro contexto, como es el hecho de mencionar las técnicas de empleo de coagulantes naturales, su capacidad clarificadora, los escenarios de estudio, entre otros.

3.8. Método de análisis de datos

Por criterios de investigación de una revisión sistemática. El criterio de fuentes de información, este criterio es el principal que se establece sobre una revisión sistemática para tener una orientación definida sobre la metodología de investigación y de análisis, por ello en esta investigación se empleó el uso de 2 bases de datos principales y fundamentales como son Scielo y Sciencedirect. El criterio de selección de artículos primarios nos permite hacer una pre- selección de artículos que son necesarios para la investigación y por los cuales podemos ir eliminando aquellos que no sean compatibles con la información requerida o que no tengan conexión directa con la temática del tratamiento de aguas residuales.

El criterio de búsqueda de artículos científicos es el segundo criterio que permite ejecutar los parámetros de búsqueda y en los que debemos especificar el proceso de búsqueda por fases, iniciando por una generalización de la temática investigada, luego de ello, interiorizar palabras clave que permitan mejorar la capacidad de encontrar documentos útiles para la investigación. Criterio de inclusión y exclusión de artículos.

Criterio de inclusión y exclusión de artículos

Estos están fundamentados para agregar o eliminar de nuestro trabajo de investigación artículos que tengan relevancia y cumplan los parámetros tales como año de publicación no mayor los últimos 8 años, o aquellos que brinden información primordial para la investigación.

Criterio de elección de artículos

Por último, haremos una selección de los artículos para analizar cautelosa y exhaustivamente cada artículo que se ha introducido o considera en la investigación. Luego de la aplicabilidad de este criterio sabremos el número resultante de estudios que poseemos para la revisión sistemática.

El método de análisis de información se regirá bajo tres criterios de acuerdo a las categorías. i) Efecto, ii) Condición, iii) Propiedades y subcategorías de cada una de ellas presentada en la matriz de categorización apriorística establecida. Con respecto a la primera categoría de efecto, se hará el análisis del contenido y los resultados de los artículos que se seleccionaron para esta categoría, el análisis se fundamenta de acuerdo a los tres criterios seleccionados para las categorías, siendo estas, de acuerdo a la efectividad, tiempo de duración del proceso y de acuerdo a los costos, para la segunda categoría condición, del mismo modo se analizara el contenido conjuntamente con los resultados. Este análisis se fundamenta de acuerdo a los tres criterios establecidos, siendo estas, de acuerdo al proceso, al tipo de agua y al tipo de contaminante. Finalmente, para la tercera categoría se fundamenta de acuerdo a los criterios establecidos siendo éstas de acuerdo al proceso de coagulación y su capacidad de remoción de turbiedad.

3.9. Aspectos éticos

Los aspectos éticos que se usaron en la revisión sistemática son aquellos que nos van a permitir identificar a los autores de los artículos científicos indizados, para conseguir una alta validez del contenido de la investigación. Para poder realizar ello se tienen que citar correctamente las referencias bibliográficas en formato ISO 690-2, se cumplirá con el código de ética de la UCV -2020, en toda instancia

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2: Resultados de artículos sobre métodos biológicos para la eliminación de contaminantes emergentes

Especie vegetal/ animal	Partes utilizadas	Solución de extracción	Dosis coagulante (mg/l)	pH	Reducción de contaminantes (%)						Referencias Bibliográficas
					Turbidez	Color	sst	DQO	DBO5 (mg/L)	Doliformes Totales UFC/100mL	
<i>Moringa oleifera</i>	semillas con cascara	agua destilada	0,03-0,5	7	94.8	20	08	0.36	28,2	74.86	Gassenschmidt et al., 2013.
<i>Cassia obtusifolia (sen)</i>	vainas	agua destilada	740	4	09	12	86,9	36,2	S/N	49	Singh et al., Mangale Sapana et al., 2012; Pallavi & Mahesh, 2013, Baptista et al., 2015, 2014, Farhana, Zaman 2014.
<i>Aesculus hypocastanum (Castaña de indias)</i>	semillas	agua destilada	0,5	10	80	08	12	38.4	32	21.72	Sciban et al., 2014. Sandhya, 2017.
<i>Quercus robur (Roble)</i>	semillas	agua destilada	0,5	10	70	12	09	13	29.2	34	Sciban et al., 2016. Fernandez, 2013.
<i>Plantago mayor L (Llantén)</i>	semillas	agua destilada	390	6,5	04	82	92	42.1	02	15	Chaibakhsh et al., 2014
<i>Opuntia ficus indica (tuna)</i>	mucilago	agua destilada	40	7	91	08.6	-	32.4	18	22	Nharingo et al., 2015 Yin, 2013
<i>Vitis vinifera (Uva, vid)</i>	Semillas	70 % etanol	15	6	7	93.3	12	- S/N	10	24	Jeon et al., 2014.
<i>Plantago psyllium</i>	cascaras	agua destilada	40	7	13	27	41	17	24	33	Mishra et al., 2002
<i>Vicia faba L. (haba)</i>	semillas	agua destilada	0,5	7	48	07	10	22	16	24.3	Kukić et al., 2015
Escamas de pescado	Escamas	agua destilada	50	7	S/N	91	S/N	98	14	22	Musa et al., 2015

Según la investigación los coagulantes naturales más utilizados para el tratamiento de aguas contaminadas son: *Moringa oleifera*, *Cassia obtusifolia (sen)*, *Aesculus hypocastanum castaña de indias*, *Quercus robur (Roble)*, *Plantago mayor L (Llantén)* *Opuntia ficus indica (tuna)*, *Vitis vinifera (Uva, vid)*, *Plantago psyllium*, *Vicia faba L. (haba)* y *Escamas de pescado*.

Al respecto (Bravo, 2017) En su investigación coagulantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados nos proporciona y describe estos mismos coagulantes la cual concuerda con los resultados descritos; por otro lado, coagulantes más empleados son de dos tipos: los exopolisacáridos como los mucílago provenientes de *Cactus lefaria*, *Opuntia ficus-indica*, *Plantago psyllium*, *Malva sylvestris* e *Hibiscus esculentus* (Diamadopoulos et al, 2012).

Aunque se han reportado muchos coagulantes de origen vegetal, solamente cuatro tipos son bien conocidos entre la comunidad científica, a saber, semillas de *Nirmali (Strychnos potatorum)*, *Moringa oleifera*, *taninos*, y *cactus* (Yin, 2010).

Diversos estudios han demostrado que la actividad coagulante de las semillas de *Moringa* es comparable con la obtenida por el uso de sulfato de aluminio (Ridwan et al,

2011). Sandoval y Laines, (2013) compararon en su investigación la eficiencia de coagulación entre tres tipos de soluciones obtenidas de las semillas de Moringa Oleífera y el sulfato de aluminio mediante prueba de jarras. El tratamiento del agua con sulfato de aluminio proporcionó los valores más altos de remoción de turbiedad (95.60%) y color (98.32%), seguida del tratamiento de la solución de *Moringa* en cloruro de sodio.

Especie vegetal/ animal	Partes utilizadas	Agente coagulante	pH	Dosis coagulante (mg/l)	Reducción de metales pesados (%)						Referencias Bibliográficas
					Pb ⁺²	Zn ⁺²	Cd ⁺²	Cu ⁺²	Cr ⁺²	Hg ⁺²	
Opuntia ficus Indica (tuna)	Cladodios	Ácido poligalacturónico	6	180	95	80	84	93,02	20	S/N	Nharingo et al., 2015 Janez et al.2012.
Musa spp (plátano)	Cascaras	Polisacáridos	5	19	100	06	S/N	90.6	90.6	14	Kakoi et al.,2016 Subramanium et al., 2011
Moringa oleifera	Semillas	proteínas	6	20	93	S/N	75	95	70	12	Ndibewu et al., 2011 Sánchez et al., 2011
Acacia mearnsii	Corteza	Taninos	10	145	08	75	06	90	16	S/N	Beltrán Heredia y Sánchez Martin, 2018
Cangrejo	desechos exoesqueletos	Polisacáridos	7	100	99	98	89	98	00.5	99	Zhang et al., 2014
Cangrejo	desechos exoesqueletos	Polisacáridos	4	99	12	14	21	88,9	12	24	Chang et al., 2009
Cangrejo	desechos exoesqueletos	Polisacáridos	4	140	07	09	S/N	98,15	S/N	0.2	Chang et al. (2009)

Tabla 2: Efectos de los coagulantes naturales en aguas contaminadas con metales pesados.

Además, las bases de datos nos reportan notables capacidades, agentes coagulantes derivados de algunas plantas también presentan propiedades en la eliminación de metales pesados (Tabla.2). Los estudios también han demostrado que los agentes coagulantes, tales como proteínas, taninos y polisacáridos presentes en las especies vegetales *O. ficus indica*, *M. oleífera*, *Musa spp*, *A. mearnsii* y *Quitosano* son capaces de eliminar más del 90 % de metales pesados principalmente de plomo, cobre y zinc (Subramanium et al., 2011). Sin embargo, el uso de coagulantes naturales para la eliminación de partículas de metales pesados es escasa. También se han obtenido mucho más pequeñas proporciones de eliminación de otros contaminantes, tales como cadmio y de hierro. La cascara de plátano es un polielectrolito natural que no ha sido utilizado para fines económicos importantes. Por lo tanto, trae diferentes ventajas como uso del polielectrolito orgánico en lugar de alumbre incluyen: dosis más bajas de coagulante, menor aumento de la carga iónica del agua tratada, la reducción del nivel de aluminio en el agua tratada (Sánchez et al, 2011). En los resultados reportados, los polisacáridos presentes en la medula de *Mussa spp* muestran eficiente coagulación hasta con un 98.6% la disminución de metales pesados como plomo, cobre y cromo.

V. CONCLUSIONES

Se destaca el potencial que presentan los coagulantes naturales descritos para el tratamiento de aguas contaminadas, puesto que estos proveen grandes ventajas frente a los de origen químicos usados con más frecuencia en la actualidad.

Los resultados de los estudios, reportan que las diferentes fuentes naturales utilizadas como coagulantes para remediación de agua tienen un gran potencial como alternativa de coagulantes inorgánicos. Además, se logró determinar que hay una relación importante entre los coagulantes de origen natural y la eliminación de metales pesados.

VI. RECOMENDACIONES

Diversidad de agentes coagulantes y naturales utilizados para el tratamiento de muestras de aguas contaminadas han sido desarrollados eficientemente para remover los parámetros de los sólidos suspendidos, turbidez, colorantes, demanda química de oxígeno, con porcentajes de eliminación de más del 90%. Sin embargo, a pesar de la actividad coagulante que presentan estas fuentes, no se han evaluado a escala industrial, por lo tanto, para investigaciones posteriores se recomienda la optimización de extracción de agentes coagulantes de fuentes naturales para el tratamiento de aguas a escala industrial.

Además creemos y estamos convencidos que este tratamiento con coagulantes naturales se debe implementar por parte de las autoridades en las zonas más pobres para descontaminar las aguas contaminadas en los domicilios y poder reutilizar estas aguas para riego de plantas que nos ayudaran a tener un medio ambiente equilibrado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

JAEEL, A.J. and ALI, N.S., 2018. Color Removal from Textile Wastewater using Capparis Spinosa as Natural Coagulant. Piscataway: The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (IEEE) ProQuest Central.

VALVERDE, K.C., et al. Combined Water Treatment with Extract of Natural Moringa Oleifera Lam and Synthetic Coagulant. *Revista Ambiente & Água*, 2018, vol. 13, no. 3. pp. 1J,2J,3J,4J,5J,6J,7J,8J,9J,10J,11J ProQuest Central. DOI <http://dx.doi.org/10.4136/ambiente-agua.2135>.

KUMAR, V., OTHMAN, N. and ASHARUDDIN, S., 2017. *Applications of Natural Coagulants to Treat Wastewater – A Review*. Les Ulis: EDP Sciences ProQuest Central. DOI <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201710306016>.

Adamu, A., Adie, B. D., & Alka, U. A. (2016). A comparative study of the use of cassava species and alum in waste water treatment. *Nigerian Journal of Technology*, 33, 170–175. [10.4314/njt.v33i2.5](https://doi.org/10.4314/njt.v33i2.5) [[Google Scholar](#)]

GÓMEZ, F.,M. and SALAZAR, L.G., 2016. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE SEMILLAS DE (Moringa Oleífera Lam.) COMO COAGULANTE NATURAL EN LA CIUDAD DE PASTO - COLOMBIA/EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF SEEDS (Moringa Oleífera Lam.) AS NATURAL COAGULANT IN PASTO - COLOMBIA. *Vitae*, vol. 23, pp. 708-S712 ProQuest Central. ISSN 01214004.

Md. Asrafuzzaman, FAKHRUDDIN, A.N.M. and HOSSAIN, M.A., 2011. Reduction of Turbidity of Water using Locally Available Natural Coagulants. *ISRN Microbiology* ProQuest Central. ISSN 20907478.

Levicki K.; (2005). A catchment to consumer approach to rural water resource assessment. Baseline study and safe drinking supply strategy for Orongo village, Lake Victoria Basin, Kenya. MSc Thesis. Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden

SYEDA, A.U., DESITTI, C. and RAO, S.B., 2010. Role of Natural Coagulant and Solar Energy

in Treating Turbid Water. *Current World Environment*, vol. 5, no. 2, pp. 365-368 ProQuest Central. ISSN 09734929. DOI <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.5.2.24>.

GHEBREMICHAEL, K., ABALIWANO, J. and GARY, A., 2009. Combined Natural Organic and Synthetic Inorganic Coagulants for Surface Water Treatment . *Journal of Water Supply : Research and Technology - AQUA*, 06, vol. 58, no. 4, pp. 267-276 ProQuest Central. ISSN 16069935. DOI <http://dx.doi.org/10.2166/aqua.2009.060>

Syafalni, et al, 2012. Treatment of Landfill Leachate by using Lateritic Soil as a Natural Coagulant. *Journal of Environmental Management*, Dec 15, vol. 112, pp. 353 ProQuest Central. ISSN 03014797.

Md. Asrafuzzaman, FAKHRUDDIN, A.N.M. and HOSSAIN, M.A., 2011. Reduction of Turbidity of Water using Locally Available Natural Coagulants. *ISRN Microbiology* ProQuest Central. ISSN 20907478.

Vasudevan D., Gopalakrishna K.; (2002). Coagulation using ecofriendly natural coagulants. *Proceedings of the 26 th WEDC Conference: Sustainable Environmental Sanitation and Water Services*. Calcutta (India)

SEKINE, M., et al, 2006. On-Site Treatment of Turbid River Water using Chitosan, a Natural Organic Polymer Coagulant. *Water Science and Technology*, 01, vol. 53, no. 2, pp. 155-161 ProQuest Central. ISSN 02731223. DOI <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2006.049>.

SHA'ARANI, S., et al, 2019. Removal Efficiency of Gram-Positive and Gram-Negative Bacteria using a Natural Coagulant during Coagulation, Flocculation, and Sedimentation Processes. *Water Science and Technology*, 11, vol. 80, no. 9, pp. 1787-1795 ProQuest Central. ISSN 02731223. DOI <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2019.433>.

Organización Mundial de la salud. Página web:

http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsh0207/en/index7.html. Fecha de consulta: Abril de 2020

Boletín del Comité Sectorial de Agua y Saneamiento en Perú. Página web: <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/revistas/agua4/agua4.html>., fecha de actualización del sitio web: 10/19/2000

Jahn S.A.A.; (1986) Proper use of African natural coagulants for rural water supplies- research in the Sudan and a guide for new projects. German Agency for technical cooperation (GTZ) Publ. No. 191, 71-166, Eschborn, Germany.

Anwar, F., & Rashid, U. (2007). Physico-chemical characteristics of Moringa oleifera seeds and seed oil from a wild provenance of Pakistan. *Pak. J. Bot*, 39, 1443-1453.

SAIDAT, O.G., DANLADI, Y.S., MUSTAPHA, D.I. and GIWA, A., 2017. Textile Wastewater Treatment using Sodom Apple (*Calotropis Procera*) - Aided Tamarind Seed as a Coagulant. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 09, vol. 32, pp. 76-85 ProQuest Central. ISSN16633571. DOI <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.32.76>.

KUMAR, V., OTHMAN, N. and ASHARUDDIN, S., 2017. *Applications of Natural Coagulants to Treat Wastewater – A Review*. Les Ulis: EDP Sciences ProQuest Central. DOI <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201710306016>.

KRISTIANTO, H., RAHMAN, H., PRASETYO, S. and SUGIH, A.K., 2019. Removal of Congo Red Aqueous Solution using *Leucaena Leucocephala* seed's Extract as Natural Coagulant. *Applied Water Science*, 06, vol. 9, no. 4, pp. 1-7 ProQuest Central. ISSN 21905487. DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s13201-019-0972-2>.

GUNARATNA, K.R., GARCIA, B., ANDERSSON, S. and DALHAMMAR, G., 2007. Screening and Evaluation of Natural Coagulants for Water Treatment. *Water Science & Technology*, 12, vol. 7, no. 5-6, pp. 19-25 ProQuest Central. ISSN 16069749. DOI <http://dx.doi.org/10.2166/ws.2007.147>.

KAJI, A., TAHERIYOUN, M., TAEBI, A. and NAZARI-SHARABIAN, M., 2020. Comparison and Optimization of the Performance of Natural-Based Non-Conventional Coagulants in a Water Treatment Plant. *Journal of Water Supply : Research and Technology*

- *AQUA*, 02, vol. 69, no. 1, pp. 28-38 ProQuest Central. ISSN 16069935. DOI <http://dx.doi.org/10.2166/aqua.2019.075>.

FABRIS, R., CHOW, C.W.K. and DRIKAS, M., 2010. Evaluation of Chitosan as a Natural Coagulant for Drinking Water Treatment. *Water Science and Technology*, 04, vol. 61, no. 8, pp. 2119-2128 ProQuest Central. ISSN 02731223. DOI <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2010.833>.

SATHISH, S., VIKRAM, S. and SURAJ, R., 2018. Effectiveness of Turbidity Removal from Synthetic and Tannery Wastewater by using Seeds of a Natural Coagulant *Citrullus Lanatus*. *Nature Environment and Pollution Technology*, 06, vol. 17, no. 2, pp. 551-553 ProQuest Central. ISSN 09726268.

MAURYA, S. and DAVEREY, A., 2018. Evaluation of Plant-Based Natural Coagulants for Municipal Wastewater Treatment. *3 Biotech*, 01, vol. 8, no. 1, pp. 1-4 ProQuest Central. DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s13205-018-1103-8>.

SAIDAT, O.G., DANLADI, Y.S., MUSTAPHA, D.I. and GIWA, A., 2017. Textile Wastewater Treatment using Sodom Apple (*Calotropis Procera*) - Aided Tamarind Seed as a Coagulant. *International Journal of Engineering Research in Africa*, 09, vol. 32, pp. 76-85 ProQuest Central. ISSN 16633571. DOI <http://dx.doi.org/10.4028/www.scientific.net/JERA.32.76>

SHAN, T.C., MATAR, M.A., MAKKY, E.A. and ALI, E.N., 2017. The use of Moringa Oleifera Seed as a Natural Coagulant for Wastewater Treatment and Heavy Metals Removal. *Applied Water Science*, 06, vol. 7, no. 3, pp. 1369-1376 ProQuest Central. ISSN 21905487. DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s13201-016-0499-8>.

NOR FARHANA, Z.S., SYAFALNI, S. and QAMARUZ, Z.N., 2014. Comparison between the Coagulants Surfactant Modified Bentonite, Combination Chitosan-Natural Bentonite and Combination Chitosan-Modified Bentonite for Peat Water Treatment. *Journal of Water Reuse and Desalination*, 09, vol. 4, no. 3, pp. 194-208 ProQuest Central. ISSN 22201319. DOI <http://dx.doi.org/10.2166/wrd.2014.003>.

DAVID, C.Q., et al, 2020. Optimización De La Capacidad Floculante De Coagulantes Naturales

En El Tratamiento Deaguas/Optimization of the Flocculating Capacity of Natural Coagulants in Water Treatment. *Dyna*, vol. 87, no. 212, pp. 90-95 ProQuest Central. ISSN 00127353. DOI <http://dx.doi.org/10.15446/dyna.v87n212.80467>.

KUMAR, V., OTHMAN, N.and ASHARUDDIN, S., 2017. *Applications of Natural Coagulants to Treat Wastewater – A Review*. Les Ulis: EDP Sciences ProQuest Central. DOI <http://dx.doi.org/10.1051/matecconf/201710306016>.

BABU, R. and CHAUDHURI, M., 2005. Home Water Treatment by Direct Filtration with Natural Coagulant. *Journal of Water and Health*, 03, vol. 3, no. 1, pp. 27-30 ProQuest Central. ISSN 14778920.

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO
---	---

TÍTULO:

PÁGINAS UTILIZADAS	AÑO DE PUBLICACIÓN	LUGAR DE PUBLICACIÓN
	<input type="text"/>	<input type="text"/>

TIPO DE INVESTIGACIÓN:	AUTORES:

CÓDIGO	:	
PALABRAS CLAVES	:	
TIPO DE RESIDUO	:	
INOCULO	:	
PARAMETROS DE MEDICIÓN (CARACTERIZACIÓN)	:	
CONDICIONES DE OPERACIÓN	:	
RESULTADOS	:	
CONCLUSIONES:		



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, BARBOZA QUISPE ROGER, VEGA ROBLES BRYAN WALTER estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "REVISIÓN SISTEMÁTICA: APLICACIÓN DE COAGULANTES NATURALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS CONTAMINADAS", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
VEGA ROBLES BRYAN WALTER DNI: 47146001 ORCID 0000-0001-5729-2698	Firmado digitalmente por: BVEGAR el 28-12-2020 10:11:53
BARBOZA QUISPE ROGER DNI: 47092789 ORCID 0000-0002-6191-6632	Firmado digitalmente por: BARBOZAQUI el 26-12- 2020 17:15:57

Código documento Trilce: INV - 0038322