



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

133 - 142



ARTÍCULO
Científico

REMOCIÓN DE TURBIDEZ MEDIANTE APLICACIÓN DE COAGULANTES NATURALES DE PAPAYA Y PITAHAYA EN AGUAS RESIDUALES

REMOVAL OF TURBIDITY THROUGH THE APPLICATION OF NATURAL COAGULANTS FROM PAPAYA AND PITAHAYA IN WASTEWATER

Kriztell Anthuane López Charahuayta

kalopezc@unjb.edu.pe

ORCID: 0009-0003-2259-4567

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN, Tacna – Perú

Karen Mayerly Bejar Perca

kbejarp@unjb.edu.pe

ORCID: 0000-0002-4136-9248

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN, Tacna - Perú

Aceptación: 7 de Noviembre del 2024

Publicación: 3 de Diciembre del 2024

RESUMEN

La contaminación de los cuerpos de agua superficiales está en aumento, afectando negativamente a la población. La falta del sistema de potabilización en las Pozas de Arunta generan un problema al infiltrarse en aguas subterráneas del distrito de Gregorio Albarracín Lanchipa en Tacna – Perú, conllevan a implementar soluciones como evaluar la aplicación de coagulantes naturales obtenidas de semillas de papaya y penca de pitahaya en la remoción de turbidez de aguas residuales. Se tomaron muestras de agua siguiendo el protocolo nacional y los coagulantes se prepararon mediante lavado, picado, secado, triturado y tamizado. El diseño experimental fue un DCA, usando dosis de 5 gr/L, 10 gr/L y 15 gr/L, analizando un total de 18 unidades. Tras reposar la mezcla por 30 minutos, se realizaron análisis en laboratorio con un equipo multiparámetro. Los resultados del ANOVA mostraron que las semillas de papaya alcanzaron el 88.51% en remoción de turbidez, mientras que la penca de pitahaya un 85.85%. Ambos coagulantes no alteraron significativamente el pH. En conclusión, la papaya es un coagulante natural más eficiente que la pitahaya.

Palabras clave: Coagulantes naturales, cáscara de pitahaya, semillas de papaya, aguas residuales, turbidez

ABSTRACT

Pollution of surface water bodies is increasing, negatively affecting the population. The lack of a purification system in the Arunta Pools generates a problem by infiltrating groundwater in the district of Gregorio Albarracín Lanchipa in Tacna - Peru, leading to the implementation of solutions such as evaluating the application of natural coagulants obtained from papaya seeds and pitahaya leaves. in the removal of turbidity from wastewater. Water samples were taken following the national protocol and coagulants were prepared by washing, chopping, drying, grinding and sieving. The experimental design was a DCA, using doses of 5 gr/L, 10 gr/L and 15 gr/L, analyzing a total of 18 units. After the mixture rested for 30 minutes, laboratory analyzes were carried out with multiparameter equipment. The results of the ANOVA showed that the papaya seeds reached 88.51% in turbidity removal, while the pitahaya stalk reached 85.85%. Both coagulants did not significantly alter the pH. In conclusion, papaya is a more efficient natural coagulant than dragon fruit.

Keywords: Natural coagulants, pitahaya peel, papaya seeds, wastewater, turbidity

REMOCIÓN DE TURBIDEZ MEDIANTE APLICACIÓN DE COAGULANTES NATURALES DE PAPAYA Y PITAHAYA EN AGUAS RESIDUALES

Karen Mayerly Bejar Perca
ORCID: 0000-0002-4136-9248

Kriztell Anthuane López Charahuayta
ORCID: 0009-0003-2259-4567
<https://revista.scienceevolution.com/>





scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

133 - 142

REMOCIÓN DE TURBIDEZ MEDIANTE APLICACIÓN DE COAGULANTES NATURALES DE PAPAYA Y PITAHAYA

EN AGUAS RESIDUALES

Karen Mayerly Bejar Perca
ORCID: 0000-0002-4136-9248

Kristell Anthuane López Charahuayta
ORCID: 0009-0003-2259-456
<https://revista.scienceevolution.com/>



INTRODUCCIÓN

Durante el siglo XXI, las fuentes de agua han sido cada vez más impactadas por el aumento poblacional, cambio de clima y la industrialización (Mar Lin et al., 2020). El agua es un recurso vital para la vida humana y los seres bióticos. No obstante, el agua superficial se encuentra contaminada por fuentes tanto puntuales como difusas debido a la presión de la población (Husen et al., 2024).

El crecimiento de la población debe considerarse al abordar la demanda de agua limpia, lo que hace esencial desarrollar métodos de tratamiento de agua sostenibles (Khalid et al., 2023). Esto se ha visto resuelto en la generación de enormes cantidades de aguas residuales que se dejan a la intemperie del ambiente sin una gestión adecuada (Okolo et al., 2021).

Esto se ha logrado mediante la generación de grandes cantidades de aguas residuales que se dejan a la intemperie del ambiente sin una gestión adecuada. Las aguas residuales industriales también presentan diferentes concentraciones de metales pesados y sólidos suspendidos, turbidez, sales y lodos (Okolo et al., 2021). Las deficiencias en los métodos de procesamiento provocan la liberación de residuos orgánicos y contaminantes en los cuerpos de agua, lo que demanda soluciones de tratamiento efectivas (Getahun et al., 2024).

Las aguas residuales generadas por numerosos procesos industriales suelen tener altos niveles de turbidez, lo que indica un alto grado de contaminación (Kusuma et al., 2021). Esta turbidez afecta negativamente la vida acuática en los cuerpos de agua receptores (Soedjono et al., 2021). Otros países han implementado técnicas avanzadas para el tratamiento de agua contaminada, como la coagulación, la ósmosis inversa, la catálisis, la filtración por membrana y la oxidación del agua (Kumar & Saritha, 2022). La coagulación es un proceso esencial para eliminar la turbidez, el color y la materia orgánica en las aguas residuales domésticas e industriales (Tarón et al., 2021).

El agua coagulada o floculada se puede tratar mediante sedimentación, semifiltración y/o desinfección con cloro (Vigneshwaran et al., 2020). El tipo de coagulante es un factor clave que afecta el rendimiento del proceso de coagulación. Generalmente, los métodos de coagulación requieren la adición de productos químicos (Siswoyo et al., 2023).

Los coagulantes químicos son efectivos para mejorar significativamente la adecuación de aguas residuales anteriores a su liberación en el medio ambiente (Priyatharishini & Mokhtar, 2020). El tipo de coagulante es un factor crucial que influye en el rendimiento del proceso de coagulación. Generalmente, los métodos de coagulación requieren la adición de productos químicos (Siswoyo et al., 2023).

La ONU (2022) en su Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible establece objetivos integrales para el agua. La meta del objetivo 6, en su apartado 6.3 de los ODS busca mejorar la calidad del agua para 2030, abordando la contaminación, eliminando vertidos y reduciendo a la mitad las aguas residuales sin tratar, además de fomentar el reciclaje y la reutilización del agua.

Mientras tanto, existen alternativas biodegradables y respetuosas con el medio ambiente, como los coagulantes de origen natural, incluidos los desechos vegetales o animales (Siswoyo et al., 2023). Diferentes estudios han avalado la eficacia de este método que utiliza coagulantes naturales para eliminar impurezas del agua (Husen et al., 2024). Los coagulantes de origen natural más utilizados vienen siendo vegetales, frutas, cereales, etc. Este trabajo abarca una revisión de coagulantes naturales en base de semillas de papaya (carica papaya) y palta (persea americana).

Por un lado, en los últimos años, los coagulantes naturales han despertado un creciente interés en el ámbito de la investigación para el tratamiento de aguas turbias (Hussain et al., 2019), ya que son valiosos porque ayudan a reducir los costos del tratamiento y disminuyen el impacto ambiental asociado con el uso de productos químicos (Birhanu & Leta, 2021). Por otro lado, los métodos de solución empleados en la mayoría de ciudades del Perú no son lo bastante capaces para erradicar los residuos contaminantes en las aguas residuales (Nieto-Juárez et al., 2021).

Según el primer estudio de desempeño ambiental en Perú sobre las aguas residuales domésticas, solo el 40% del volumen total generado acepta uno de los tipos de tratamiento antes de ser vertido en un cuerpo receptor (Paucar & Iturregui, 2020). En la árida región de Tacna, los recursos hídricos son escasos y muy valiosos, siendo los pozos de Arunta cruciales para el suministro de agua local. Sin embargo, la calidad de este recurso se ve afectada por niveles variables de turbidez, causada principalmente por sólidos suspendidos y partículas coloidales.

Los coagulantes naturales provenientes de frutas tropicales como la papaya y la pitahaya han despertado interés por su potencial para coagular y eliminar partículas suspendidas en el agua.



Estos coagulantes ofrecen una alternativa sostenible a los productos químicos convencionales y pueden estar disponibles localmente, lo que promueve la autosuficiencia y reduce los costos del tratamiento del agua.

La propiedad de papaya que lo hace agente coagulador es la papaína, una proteasa de cisteína derivada de la papaya, conocida por su amplia especificidad y múltiples aplicaciones. (Tacias-Pascacio et al., 2021). En la actualidad, la papaína se extrae de los frutos de la especie *Carica papaya*. A nivel mundial, se han llevado a cabo diversos estudios para maximizar su producción, reducir costos y aumentar la actividad enzimática, mediante la combinación de diferentes procesos y equipos, como la extracción del látex del fruto, así como su estabilización, concentración y purificación (Rivera-Botonares et al., 2023).

La pitahaya, más conocida como “fruta del dragón”, es una fruta de naturaleza rústica, cuya fama está proliferando rápidamente en todo el mundo. Su amplia aceptación puede atribuirse a sus características fisicoquímicas y nutricionales, junto con sus componentes bioactivos, que lo convierten en un alimento funcional. Se emplea ampliamente por sus excepcionales características organolépticas y su creciente importancia comercial (Verona-Ruiz et al., 2020).

El objetivo de este artículo científico es comparar la eficacia de dos coagulantes naturales: las semillas de papaya (*Carica papaya*) y cáscara de pitahaya amarilla (*Persea americana*), en la eliminación de turbidez en las aguas residuales de los pozos de Arunta en Tacna, así como su efecto en el pH, buscando ofrecer soluciones viables para mejorar la calidad del agua y mitigar impactos en la salud pública y el medio ambiente. A través de un enfoque experimental, se analizará la capacidad de estos coagulantes, evaluando factores clave como la dosificación óptima. Los resultados de esta investigación no solo proporcionarán información sobre la viabilidad técnica de los coagulantes naturales en condiciones locales, sino que también contribuirán a la gestión sostenible de los recursos hídricos en Tacna, promoviendo soluciones efectivas y adaptadas a las necesidades específicas de la comunidad.

MÉTODO

Área de estudio

La población está determinada en Las Pozas de Arunta que se encuentran ubicados al sur oeste de la Ciudad de Tacna, entre el Cerro Arunta y la Quebrada de Viñani, distrito de Gregorio Albarracín, provincia y Región Tacna. El muestreo de agua se llevó a cabo del canal de salida de distribución de las Pozas de Arunta como se muestra en el Gráfico 1. Así mismo, se siguió el “Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales” aprobado por la Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Para el análisis se extrajo 18 L de agua residual la cual se pasará a distribuir en recipientes de capacidad de 1L por unidad experimental.

Gráfico 1

Ubicación del punto de extracción de la muestra de agua, Pozas de Arunta





scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

133 - 142



Obtención de Materia prima

Semillas de Papaya (*Carica papaya L.*)

Las semillas de *Carica papaya* fueron obtenidas a partir de los residuos generados en los hogares. Además, se recolectaron en juguerías de los diferentes mercados, donde se desechan diariamente estos subproductos en la zona comercial de Tacna.

Penca de Pitahaya Amarilla (*Hylocereus Megalanthus*)

La recolección de la penca de pitahaya se llevó a cabo en los cultivos de Yarada los Palos, ubicados en las coordenadas UTM 359269.50 m E y 7983529.27 m S. Se utilizaron únicamente 7 pencas con un mejor aspecto de 60 a 70 cm de largo aproximadamente, evitando aquellas secas, ya que el mucílago presente en la penca es el componente principal de interés. Asimismo, se aprovecharon pencas que los agricultores desechan diariamente.

Obtención del polvo de ambos coagulantes

Para la etapa experimental, ambos coagulantes fueron llevados al laboratorio de aguas de la Universidad Jorge Basadre Grohmann y se sometieron a un mismo procedimiento. La metodología se planteó según Amran et al. (2022a) y Shafad et al. (2013) para las semillas de papaya y penca de pitahaya respectivamente como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Obtención de coagulantes naturales

Procedimiento	Semillas de papaya	Penca de pitahaya amarilla
Limpieza y eliminación de impurezas	Lavado con agua destilada y separación de la semilla con la pulpa de la fruta, se da un segundo lavado, colar y pesado total.	Lavado con agua destilada, eliminación de espinas, retiro de epidermis. El mucílago obtenido trocear 1 cm*1 cm y pesar.
Secado	Deshidratar en una estufa a 70°C durante una hora	deshidratar en una estufa a 53°C durante una hora
Triturar	Se empleó un mortero de laboratorio en ambos casos	
Tamizar	Se tamizan las muestras obteniéndose polvo de semillas de papaya y de pitahaya. El polvo obtenido se almacenó para uso posterior.	

Proceso Experimental

Para determinar la concentración óptima de los coagulantes, que en este caso son las semillas de papaya y pitahaya amarilla, se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) de 3x3 para ambos coagulantes. Se utilizaron un total de 18 vasos de precipitados, cada uno con 1 L de agua residual procedente de las pozas de Arunta. A cada vaso se le adicionaron las concentraciones de 5, 10 y 15 mg/L, de acuerdo con el diseño experimental propuesto. El procedimiento experimental incluyó las siguientes etapas:

- Agitación: Se realizó durante 15 minutos a una velocidad de 200 RPM.
- Sedimentación: Las muestras fueron dejadas en reposo durante 30 minutos para una eficaz separación.

Se midieron los parámetros de turbidez y pH de cada tratamiento, y se calculó la eficiencia de remoción, comparando las concentraciones óptimas de ambos coagulantes.

Análisis Estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados se empleó el programa IBM SPSS statistics para aplicar la prueba estadística ANOVA con 95% de confianza (p valor < 0,05) para analizar las diferencias significativas entre los tratamientos para los parámetros de turbidez y pH. acompañados de una prueba de contraste múltiple de Tukey para identificar diferencias específicas entre grupos. Según Barbarán-Silva et al. (2017), para calcular el porcentaje de remoción de turbidez, se aplicó la siguiente fórmula:

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



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

133 - 142

REMOCIÓN DE TURBIDEZ MEDIANTE APLICACIÓN DE COAGULANTES NATURALES DE PAPAYA Y PITAHAYA
EN AGUAS RESIDUALES

Karen Mayerly Bejar Perca
ORCID: 0000-0002-4136-9248

Krizteill Anthuane López Charahuayta
ORCID: 0009-0003-2259-456
<https://revista.scienceevolution.com/>



RESULTADOS

Parámetros fisicoquímicos Iniciales de la muestra de agua de pozas

En la Tabla 2, se muestran valores iniciales de las características fisicoquímicas de turbidez y pH en la muestra de agua residual antes de someterse al tratamiento:

Tabla 2

Obtención de coagulantes naturales

Procedimiento	Valor
Turbidez (NTU)	137.9
pH	7.34

Determinación de Dosis óptima

Para el análisis de varianza (ANOVA), Los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk indican que tanto la turbidez como el pH en respuesta a los tratamientos tienen una significancia superior a 0,05, lo que permite aceptar la hipótesis nula de normalidad, con un 95% de confianza. De igual manera, la prueba de homogeneidad muestra significancia mayor a 0,05 en todos los valores, lo que confirma la homocedasticidad. Dado que ambos supuestos se cumplen, se procede con el análisis paramétrico.

Tabla 3

Análisis de varianza ANOVA para turbidez con semillas de Carica papaya

	Suma de Cuadrados	gl	media cuadrática	F	Sig
Entre grupos	117,047	2	58,5233	195,80	0,0000
Dentro de grupos	1,79333	6	0,298889	195,80	
Total	118,84	8			

Nota: El ANOVA evalúa la efectividad del coagulante de Papaya en la remoción de turbidez del agua residual. El valor de significancia es de 0.0000 menor al 0.05, indica que existe al menos una diferencia significativa entre los tratamiento entre las medias de grupos tratados.

Tabla 4

Prueba de Múltiples Rangos para turbidez del coagulante de Carica papaya

Tratamientos	n	Media	Grupos Homogéneos
T3: 15gr de coagulante	3	15,833	X
T2: 10 gr de coagulante	3	20,2	X
T1: 5 gr de coagulante	3	24,6667	X

Nota: La prueba de Tukey señala que si existe diferencias significativas entre las concentraciones de 5 g/L, 10 mg/L y 15 g/L de semilla de papaya en la remoción de la turbidez del agua residual. Siendo el tratamiento 3 el de mayor efecto.

Tabla 5

Análisis de varianza ANOVA para el tratamiento con Penca de pitahaya

	Suma de Cuadrados	gl	media cuadrática	F	Sig
Entre grupos	666.179	2	333.09	9.27	0,01146
Dentro de grupos	215.679	2	35.9464		
Total	881.86	8			

Nota: El ANOVA evalúa la efectividad del coagulante de Pitahaya en la remoción de turbidez del agua residual. El valor de significancia es de 0.0146 menor al 0.05, indica que existe al menos una diferencia significativa entre los tratamiento entre las medias de grupos tratados.



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

133 - 142

REMOCIÓN DE TURBIDEZ MEDIANTE APLICACIÓN DE COAGULANTES NATURALES DE PAPAYA Y PITAHAYA EN AGUAS RESIDUALES

Karen Mayerly Bejar Perca
ORCID: 0000-0002-4136-9248

Krizteill Anthuane López Charahuayta
ORCID: 0009-0003-2259-456
<https://revista.scienceevolution.com/>



Tabla 6

Prueba de Múltiples Rangos para turbidez del coagulante de Penca de Pitahaya

Tratamientos	n	Media	Grupos Homogéneos
T3: 15gr de coagulante	3	19.51	X
T2: 10 gr de coagulante	3	31.46	X
T1: 5 gr de coagulante	3	43.52	X

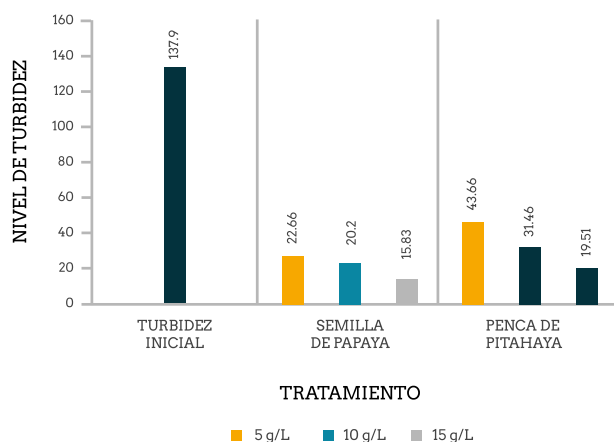
Nota: La prueba de Tukey señala que si existe diferencias significativas entre las concentraciones de 5 g/L, 10 mg/L y 15 g/L de Penca de pitahaya en la remoción de la turbidez del agua residual. Siendo el tratamiento 3 el de mayor efecto.

Evaluación de la eficiencia

En el Gráfico 1, las medias obtenidas para los niveles de turbidez de los dos coagulantes naturales empleados muestran que se logró una reducción significativa del valor inicial de turbidez de 137.9 UNT. Al utilizar semillas de papaya, la turbidez final alcanzó un valor de 15.83 UNT, mientras que con penca de pitahaya amarilla se obtuvo una turbidez final de 19.51 UNT.

Gráfica 1

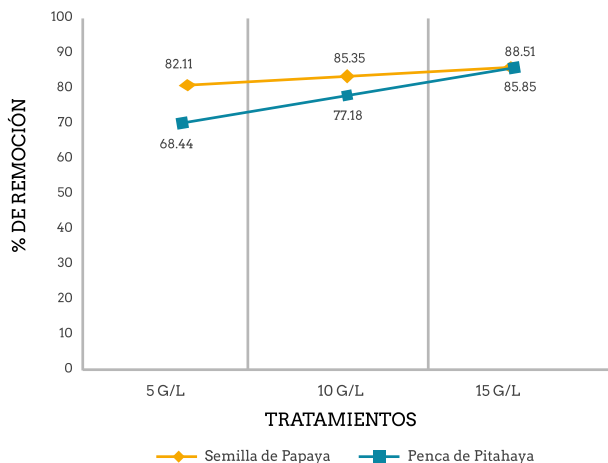
Comparación del nivel de turbidez con semilla de papaya y penca de Pitahaya



En el Gráfico 2 se presenta el porcentaje de remoción de turbidez tras la aplicación de los diferentes tratamientos, evidenciándose que, a medida que aumenta la dosis de los coagulantes, se incrementa también el porcentaje de remoción. En este sentido, el tratamiento más eficiente en términos de remoción de turbidez corresponde al Tratamiento 3, con una dosis de 15 g de coagulante, que alcanzó un rango de remoción de entre 82.11% y 88.51% utilizando semillas de papaya. En comparación, al emplear penca de pitahaya amarilla, los valores de remoción fluctuaron entre 68.44% y 85.85%.

Gráfica 1

Eficiencia en relación al porcentaje de remoción de turbidez





scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

133 - 142

Karen Mayerly Bejar Perca
ORCID: 0000-0002-4136-9248

Krizteill Anthuane López Charahuayta
ORCID: 0009-0003-2259-456
<https://revista.scienceevolution.com/>



DISCUSIÓN

El presente estudio evalúa la efectividad de las semillas de papaya y la penca de pitahaya en la remoción de turbidez del agua residual proveniente de las pozas de Arunta, obteniendo resultados que corroboran investigaciones anteriores. Respecto a la aplicación del coagulante de semillas de papaya, se ha observado que mientras más cantidad de coagulante mayor es el valor de remoción que se presenta y se obtienen valores de NTU menores. Como se muestra en el tabla 4, el tratamiento 3 con aplicación de 15 gr de coagulante fue el que obtuvo menor valor final de turbidez siendo su media de 15.833 NTU, seguido del tratamiento 2 con aplicación de 10 gr de coagulantes con una media de 20.2 NTU y siendo último el tratamiento 1 con aplicación de 5 gr de coagulante con una media de 24.6667% NTU; observamos que todos los tratamientos han sido eficientes al bajar sus valores teniendo como valor inicial 137.9 NTU pero donde se obtuvo mejores resultados es el tratamiento 3 con aplicación de 15gr de coagulante.

Los valores del coagulante de Carica papaya son más cercanos a los valores reportados de Duithy y Arya (2018) indicando que tiene valores muy altos de remoción de turbidez siendo el más eficiente. Dollah et al. (2021) en su trabajo de investigación con semillas de papaya obtiene valores de remoción en turbidez de 83,74% a 88,94%. Para Amran et al. (2022a) analiza el efecto principal y las interacciones entre la dosis de coagulante, la turbidez inicial y final obteniendo la eliminación de la turbidez al 97,2%. Otro estudio de Amran et al. (2021b) donde utilizó una metodología de superficie respuesta, permitió que la proteína se convirtiera en polielectrolito logrando una eliminación de la turbidez del 88%. También Yimer y Dame (2021) con su investigación para evaluar la eficacia del extracto de semilla de papaya para la eliminación de turbidez obtuvo un valor final de 4,25 NTU de un valor inicial de 392,7 NTU.

En cuanto al coagulante de penca de pitahaya amarilla, se observa una relación directamente proporcional entre la concentración del coagulante y el porcentaje de remoción de turbidez. En este sentido, el tratamiento 3, con una dosis de 15 g/L, alcanzó el mayor porcentaje de remoción, logrando un 85.85%, el valor más alto obtenido con este coagulante. Este resultado es comparable con los obtenidos por Shafad et al. (2013), quienes reportaron un porcentaje de remoción de 85.5%. Los porcentajes obtenidos en este estudio varían entre 68.44% y 85.85%, lo que concuerda con los resultados de otros estudios previos, como el de Cevallos et al. (2022), que alcanzó una remoción de 62.26%, un valor medio, y Borges et al. (2023), quienes reportaron un 91.55% de remoción. Este último resultado es similar al obtenido por Rodiño et al. (2014) quienes alcanzaron una remoción del 99.5% utilizando filtración al vacío. Los estudios mencionados emplearon metodologías similares, particularmente el test de jarras, que se utilizó en todos los casos para evaluar la eficiencia del coagulante.

Sin embargo, es importante señalar que la obtención de diversos niveles de remoción puede estar influenciada por factores como la temperatura durante el proceso de secado. Según Shafad et al. (2013), altas temperaturas pueden reducir la capacidad coagulante de la penca de pitahaya. Con base en los resultados obtenidos y en los antecedentes citados, se confirma la efectividad de la penca de pitahaya como coagulante natural, lo que respalda su potencial como alternativa ecológica y sostenible para la remoción de turbidez en aguas residuales.

En el parámetro de potencial de hidrógeno no se tuvo variaciones significativas para ambos coagulantes, quiere decir que sus capacidades de remoción no afectan al pH y solo queda demostrado su efectividad en el parámetro de turbidez.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los datos obtenidos, las semillas de papaya demostraron una mayor capacidad para reducir la turbidez en comparación con la penca de pitahaya. El análisis de los procesos de remoción indicó que las semillas de papaya lograron reducir la turbidez inicial de 137.9 UNT a 15.83 UNT, utilizando una concentración de 15 g/L, mientras que la penca de pitahaya logró una reducción a 19.51 UNT con la misma dosis. Estos resultados sugieren que, aunque la penca

de pitahaya es eficaz, las semillas de papaya presentan una ligera ventaja en términos de eficiencia en la remoción de turbidez.

Se determinó la afectación al parámetro de pH de la aplicación de los coagulantes naturales de semilla papaya y penca de pitahaya.



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

133 - 142

REMOCIÓN DE TURBIDEZ MEDIANTE APLICACIÓN DE COAGULANTES NATURALES DE PAPAYA Y PITAIA EN AGUAS RESIDUALES

Karen Mayerly Bejar Perca
ORCID: 0000-0002-4136-9248

Kristell Anthuane López Charahuayta
ORCID: 0009-0003-2259-456
<https://revistas.scienceevolution.com/>



Con los valores de pH, ambos mostraron que no existe diferencia significativa en sus valores, obteniendo un rango de valores entre 7.2 a 7.8, indicando que la aplicación de coagulantes naturales no afecta al potencial de hidrógeno.

Finalmente, se concluye que ambos coagulantes naturales, las semillas de papaya y la penca de pitahaya, son opciones viables y eficientes para la remoción de turbidez en aguas residuales de

Las Pozas de Arunta, en el distrito Gregorio Albarracín Lanchipa, Tacna - Perú. La elección entre uno u otro dependerá de las necesidades específicas, la disponibilidad local de materiales y los objetivos del tratamiento, ya que ambos cumplen con los estándares básicos para el tratamiento de aguas residuales.

Se recomienda ampliar las investigaciones a otras fuentes de aguas residuales y realizar estudios complementarios sobre la toxicidad, la estabilidad y la eficiencia a largo plazo de estos coagulantes naturales, así como explorar su combinación con otros métodos de tratamiento para optimizar los resultados.

REFERENCIAS

Amran, A. H., Bahrodin, M. B., Zaidi, N. S., Muda, K., Aris, A., Azrimi Umor, N., Mohd Amim, M. F., & Syafiuddin, A. (2022a). Turbid water treatment using deshelled carica papaya seed: Analysis via factorial design. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 12(6), 7787-7795. <https://doi.org/10.33263/BRIAC126.77877795>

Amran, A. H., Zaidi, N. S., Syafiuddin, A., Zhan, L. Z., Bahrodin, M. B., Mehmood, M. A., & Boopathy, R. (2021b). Potential of carica papaya seed-derived bio-coagulant to remove turbidity from polluted water assessed through experimental and modeling-based study. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(12). <https://doi.org/10.3390/app11125715>

Barbarán-Silva, H., López-Chávez, J., & Chico-Ruiz, J. (2017). Remoción de la turbidez de agua con coagulantes naturales obtenidos de semillas de durazno (*Prunus persica*) y palta (*Persea americana*) // Removal of water turbidity with natural coagulants obtained from peach seeds (*Prunus persica*) and avocado (*Persea americana*). *SAGASTEGUIANA*, 5(1). https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/REVSA_GAS/article/view/2611/2638

Birhanu, Y., & Leta, S. (2021). Application of response surface methodology to optimize removal efficiency of water turbidity by low-cost natural coagulant (Odaracha soil) from Saketa District, Ethiopia. *Results in Chemistry*, 3, 100108. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2021.100108>

Borges, E., Bortoluzzi, A., & Lunardi, L. (2023, May 23). COAGULANTES DE ORIGEM VEGETAL, CLADÓDIO DE PITAIA (*SELENICEREUS UNDATUS* (HAW.) D.R. HUNT) E SEMENTE DE MORINGA (*MORINGA OLEIFERA* LAM.), NO TRATAMENTO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO <https://doi.org/10.55449/conresol.6.23.i-025> Cevallos Coox, N. N., Burgos Briones, G. A., & Córdova Mosquera, A. (2022). Evaluación de la eficacia de coagulantes sintéticos y naturales en el tratamiento de aguas residuales generadas en la producción de harina de pescado // Evaluation of the efficacy of synthetic and natural coagulants in the treatment of wastewater generated in the production of fishmeal. *Publicaciones en ciencias y tecnología*, 16(2), 54-68. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6993155>

Dollah, Z., Masbol, N. H., Musir, A. A., Karim, N. A., Hasan, D., & Tammy, N. J. (2021). Utilization of citrus microcarpa peels and papaya seeds as a natural coagulant for turbidity removal. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 920(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/920/1/012001>

Duithy, G., & Arya, C. (2018). Coagulation performance evaluation of papaya seed for purification of river water. *International Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science (IJLTEMAS)*, 7(1), 1-6. <https://www.ijltemas.in/DigitalLibrary/Vol.7Issue1/50-66.pdf>

Getahun, M., Befekadu, A., & Alemayehu, E. (2024). Coagulation process for the removal of color and turbidity from wet coffee processing industry wastewater using bio-coagulant: Optimization through central composite design. *Heliyon*, 10(7). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27584>



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

133 - 142

REMOCIÓN DE TURBIDEZ MEDIANTE APLICACIÓN DE COAGULANTES NATURALES DE PAPAYA Y PITA HAYA EN AGUAS RESIDUALES

Karen Mayerly Bejar Perca
ORCID: 0000-0002-4136-9248

Kristell Anthuane López Charahuayta
ORCID: 0009-0003-2259-456
<https://revista.scienceevolution.com/>



Husen, A. K., Bidira, F., Mekonin Desta, W., & Asaithambi, P. (2024). COD, color, and turbidity reduction from surface water using natural coagulants: Investigation and optimization. *Progress in Engineering Science*, 1(2-3), 100007.

<https://doi.org/10.1016/j.pes.2024.100007>

Hussain, S., Ghouri, A. S., & Ahmad, A. (2019). Pine cone extract as natural coagulant for purification of turbid water. *Heliyon*, 5(3).

<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e01420>

Khalid Salem, A., Fadhile Almansoori, A., & Al-Baldawi, I. A. (2023). Potential plant leaves as sustainable green coagulant for turbidity removal. *Heliyon*, 9(5).

<https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S2405-8440%2823%2903485-0>

Kumar Karnena, M., & Saritha, V. (2022). Phytochemical and physicochemical screening of plant-based materials as coagulants for turbidity removal – An unprecedented approach. *Watershed Ecology and the Environment*, 4, 188–201.

<https://doi.org/10.1016/j.wsee.2022.11.006>

Kusuma, H. S., Amenaghawon, A. N., Darmokoesoemo, H., Neolaka, Y. A. B., Widyaningrum, B. A., Anyalewechi, C. L., & Orukpe, P. I. (2021). Evaluation of extract of *Ipomoea batatas* leaves as a green coagulant–flocculant for turbid water treatment: Parametric modelling and optimization using response surface methodology and artificial neural networks. *Environmental Technology and Innovation*, 24, 102005.

<https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.102005>

Mar Lin, N., Sandar Linn, K., Mun Than, Y., & Kyaw Thu, M. (2020). Enzymatic Studies on Crude Papain from Papaya Peels. *Maubin University Research Journal*, 11, 173-180.

<https://meral.edu.mm/records/7110?community=mub>

Nieto-Juárez, J. I., Torres-Palma, R. A., Botero-Coy, A. M., & Hernández, F. (2021). Pharmaceuticals and environmental risk assessment in municipal wastewater treatment plants and rivers from Peru. *Environment International*, 155.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106674>

Okolo, B. I., Adeyi, O., Oke, E. O., Agu, C. M., Nnaji, P. C., Akatobi, K. N., & Onukwuli, D. O. (2021). Coagulation kinetic study and optimization using response surface methodology for effective removal of turbidity from paint wastewater using natural coagulants. *Scientific African*, 14.

<https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00959>

Organización de las Naciones Unidas. [ONU] (2022). Objetivos de desarrollo sostenible. Desarrollo Sostenible.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Paucar, F., & Iturregui, P. (2020). The challenges of wastewater reuse in Peru. *South Sustainability*, e004.

<https://doi.org/10.21142/ss-0101-2020-004>

Priyatharishini, M., & Mokhtar, N. M. (2020). Performance of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus*) peel coagulant in turbidity reduction under different pH of wastewater. *Materials Today: Proceedings*, 46, 1818–1823.

<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.10.248>

Rivera-Botonares, R. S., Oliva-Cruz, S. M., & Tineo Flores, D. (2023). Extracción y purificación de papaína obtenida a partir de tres especies nativas del género *Vasconcellea*. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 25(2), 109–116.

<https://doi.org/10.18271/ria.2023.447>

Rodiño, J., Fera, J., Paternina, R., & Marrugo, J. (2014). Extractos coagulantes naturales de *Hylocereus triangularis*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleifera* para el tratamiento del agua cruda del río Sinú. *Hacia un contexto de las ciencias ambientales, Iberoamérica. Memorias del II Seminario de Ciencias Ambientales Sue-Caribe & VII Seminario Internacional de Gestión Ambiental*. (pp. 155-160)

https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Quinones-Bolanos/publication/282913553_Estudio_de_transporte_de_Contaminantes_en_la_Cuenca_a_media_del_rio_San_Jorge_Cordoba/links/5622775b08ae70315b58e5b2/Estudio-de-transporte-de-Contaminantes-en-la-Cuenca-media-del-rio-San-Jorge-Cordoba.pdf



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

4.12

OCTUBRE - DICIEMBRE 2024

Artículo Científico

133 - 142

REMOCIÓN DE TURBIDEZ MEDIANTE APLICACIÓN DE COAGULANTES NATURALES DE PAPAYA Y PITAHAYA EN AGUAS RESIDUALES

Karen Mayerly Bejar Perca
ORCID: 0000-0002-4136-9248

Kriztell Anthuane López Charahuayta
ORCID: 0009-0003-2259-456
<https://revista.scienceevolution.com/>



Siswoyo, E., Zahra, R. N., Mai, N. H. A., Nurmianto, A., Umemura, K., & Boving, T. (2023). Chitosan of blood cockle shell (*Anadara granosa*) as a natural coagulant for removal of total suspended solids (TSS) and turbidity of well-water. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 49(3), 283–289.
<https://doi.org/10.1016/j.ejar.2023.04.004>

Shafad, T. M., Ahamad, I., Idris, A., & Zainal Abidin, Z. (2013). A preliminary study on dragon fruit foliage as natural coagulant for water treatment. *IJERT*.
<https://www.ijert.org/a-preliminary-study-on-dragon-fruit-foliage-as-natural-coagulant-for-water-treatment-2>

Soedjono, E. S., Slamet, A., Fitriani, N., Sumarlan, M. S., Supriyanto, A., Mitha Isnadina, D. R., & Othman, N. B. (2021). Residual seawater from salt production (bittern) as a coagulant to remove lead (Pb2+) and turbidity from batik industry wastewater. *Heliyon*, 7(11).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08268>

Soedjono, E. S., Slamet, A., Fitriani, N., Sumarlan, M. S., Supriyanto, A., Mitha Isnadina, D. R., & Othman, N. B. (2021). Residual seawater from salt production (bittern) as a coagulant to remove lead (Pb2+) and turbidity from batik industry wastewater. *Heliyon*, 7(11).
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08268>

Tacias-Pascacio, V. G., Morellon-Sterling, R., Castañeda-Valbuena, D., Berenguer-Murcia, Á., Kamli, M. R., Tavano, O., & Fernandez-Lafuente, R. (2021). Immobilization of papain: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 188, 94–113.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.08.016>

Tarón Dunoye, A. A., González Cuello, R. E., & Colpas Castillo, F. (2021). Use of natural mucilage extracted from the *Stenocereus griseus* (Cardón Guajiro) plant as a coagulant in the treatment of domestic wastewater. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 16(3), 1.
<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2705>

Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Culture, physicochemical characteristics, nutritional composition, and bioactive compounds. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439–453.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>

Vigneshwaran, S., Karthikeyan, P., Sirajudheen, P., & Meenakshi, S. (2020). Optimization of sustainable chitosan/*Moringa oleifera* as coagulant aid for the treatment of synthetic turbid water – A systemic study. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 2, 132–140.
<https://doi.org/10.1016/j.enceco.2020.08.002>

Yimer, A., & Dame, B. (2021). Papaya seed extract as coagulant for potable water treatment in the case of Tulte River for the community of Yekuset district, Ethiopia. *Environmental Challenges*, 4, 100198.
<https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100198>