

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Eficiencia de la cabuya (Agave Americana) en la remoción de turbidez del agua para consumo humano, Moyobamba.

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

David Ascona Carranza
Yulisa Vásquez Pérez

Asesor:

Mtro. Carmelino Almestar Villegas

Tarapoto, setiembre del 2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo (Nombres y apellidos del asesor), docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“Eficiencia de la cabuya (Agave Americana) en la remoción de turbidez del agua para consumo humano, Moyobamba”** de los autores Bach. David Ascona Carranza y Bach. Yulisa Vásquez Pérez tiene un índice de similitud de 15% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Tarapoto, a los 06 días del mes de setiembre del año 2024.



Carmelino Almestar Villegas

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a...06... día(s) del mes de.....setiembre.....del año 2024... siendo las .10:00.....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo, el (la) secretario(a): Mtro. Andres Erick Gonzales López y los demás miembros: Dr. Victor Hugo Muñoz Delgado Y Mtra. Ericka Nayda Perales Domínguez y el (la) asesor(a) Mtro. Carmelino Almestar Villegas con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: **"Eficiencia de la cabuya (Agave Americana) en la remoción de turbidez del agua para consumo humano, Moyobamba."**

del(los) bachiller/es: a) David Ascona Carranza
 b) Yulisa Vásquez Pérez
 c).....
 conducente a la obtención del título profesional de:

Ingeniero Ambiental

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): David Ascona Carranza

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	16	B	Bueno	Muy bueno

Bachiller -(b): Yulisa Vásquez Pérez

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobada	16	B	Bueno	Muy bueno

Bachiller -(c):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

 Presidente/a



 Secretario/a

 Asesor/a

 Miembro

 Miembro

 Bachiller (a)

 Bachiller (b)

 Bachiller (c)

(*) **Tabla de Calificación**

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	20	A+	Con nominación de Excelente	Excelencia
	19	A		
	18	A-	Con nominación de Muy Bueno	Sobresaliente
	17	B+		
	16	B	Con nominación de Bueno	Muy Bueno
	15	B-		
	14	C	Con nominación de Aceptable	Bueno
DESAPROBADO	Menos de 14	D	Con nominación de Deficiente	Insuficiente

Resumen.

El estudio tuvo como objetivo evaluar la eficacia del coagulante natural derivado de la cabuya (Agave Americana) en la reducción de la turbidez del agua cruda, con el fin de encontrar una alternativa sostenible y respetuosa con el medio ambiente a los coagulantes químicos comúnmente utilizados. La investigación fue un diseño experimental, utilizando dosis de 600, 700 y 800 mg/L de coagulante de cabuya, además de 10 mg/L de sulfato de aluminio como control. Se realizaron pruebas de jarras con tiempos de mezcla rápida y lenta, y se midió la turbidez antes y después del tratamiento. El análisis estadístico, incluyó ANOVA para determinar diferencias significativas entre los tratamientos. Los resultados mostraron que la dosis de 700 mg/L de coagulante de cabuya logró una eficiencia de remoción de turbidez del 93.33%, lo que demuestra el gran potencial de este coagulante natural para mejorar la calidad del agua. Además, el pH del agua tratada se mantuvo dentro del rango recomendado para consumo humano, sin afectar significativamente las propiedades químicas. A diferencia del sulfato de aluminio, ampliamente utilizado, pero con preocupaciones sobre su impacto en la salud y el ambiente, los polisacáridos de la cabuya se presentan como una alternativa sostenible, no tóxica y respetuosa con el entorno. El estudio también destacó la importancia de determinar la dosis óptima, ya que dosis excesivas pueden aumentar la turbidez.

Palabras claves: Cabuya (Agave americana L.), coagulación, dosis, floculación, coagulante.

Abstract

The study aimed to evaluate the effectiveness of the natural coagulant derived from cabuya (Agave Americana) in reducing the turbidity of raw water, in order to find a sustainable and environmentally friendly alternative to commonly used chemical coagulants. The research was an experimental design, using doses of 600, 700 and 800 mg/L of cabuya coagulant, in addition to 10 mg/L of aluminum sulfate as a control. Jar tests were performed with fast and slow mixing times, and turbidity was measured before and after treatment. Statistical analysis included ANOVA to determine significant differences between treatments. The results

showed that the 700 mg/L dose of cabuya coagulant achieved a turbidity removal efficiency of 93.33%, which demonstrates the great potential of this natural coagulant to improve water quality. Furthermore, the pH of the treated water remained within the range recommended for human consumption, without significantly affecting the chemical properties. Unlike aluminum sulfate, widely used, but with concerns about its impact on health and the environment, cabuya polysaccharides are presented as a sustainable, non-toxic and environmentally friendly alternative. The study also highlighted the importance of determining the optimal dose, since excessive doses can increase turbidity.

Keywords: Cabuya (*Agave Americana*), coagulation, dose, flocculation, coagulant.

Introducción.

La evaluación de la calidad del agua, tanto en las fuentes de provisión como en la distribución a los consumidores, ha destacado la importancia de la turbidez. Este parámetro fisicoquímico, señala la existencia de coloides, minerales o compuestos orgánicos en el agua (Martínez et al, 2020). Por lo tanto, su presencia se ha convertido en un indicador relevante de contaminación (Digesa, 2021). La turbidez en el agua se debe a la presencia de partículas flotantes como arcillas, sedimentos, compuestos orgánicos, plancton y otras partículas.

Actualmente, se han implementado técnicas como la coagulación y floculación que permiten la eliminación de la turbidez y el color, así como la eliminación de bacterias y la supresión de elementos que aportan al sabor y color del agua (Pardede et al, 2018).

Durante la etapa de coagulación y floculación, se utilizan compuestos químicos coagulantes con el fin de estabilizar las partículas coloidales y formar flóculos de mayor tamaño. El sulfato de aluminio se destaca como el agente coagulante químico más comúnmente utilizado en este proceso (Cevallos et al, 2022). No obstante, la exposición al sulfato de aluminio puede tener repercusiones adversas para la salud humana y generar consecuencias perjudiciales para el entorno ambiental (Krupinska, 2020).

Mediante la coagulación – floculación en las plantas potabilizadoras se puede reducir los niveles de turbidez a valores inferior de 5 UNT (Unidades Nefelométrías de Turbidez), el cual se especifica en los Límites Máximos Permisibles. El sulfato de aluminio se destaca como el agente coagulante químico más comúnmente utilizado en este proceso (Cevallos et

al, 2022). No obstante, la exposición al sulfato de aluminio puede tener repercusiones adversas para la salud humana y generar consecuencias perjudiciales para el entorno ambiental (Kruspinska, 2020). Frente a los desafíos derivados de la utilización de coagulantes químicos, enfermedades como el Alzheimer debido a la alta concentración del aluminio en el agua para consumo humano, se presentan como alternativa a los coagulantes naturales (Méndez et al, 2022), los cuales se caracterizan por su respeto al medio ambiente, carecen de toxicidad y son sostenibles, los cuales no modifican las propiedades químicas naturales del agua, resultan más económicas, producen menos residuos tóxicos y, por consiguiente, no ocasionan impactos ambientales ni en la salud humana (Moreira & Moreira, 2021)

El presente estudio busca una solución innovadora al problema de los coagulantes sintéticos en el agua, utilizando polisacáridos de la cabuya (Agave Americana) para reducir sólidos suspendidos y mejorar la salud pública, en el distrito de Moyobamba.

Materiales y métodos.

Diseño de investigación.

La investigación en cuestión se enmarcó en un diseño experimental. La metodología utilizada, y en especial los diseños experimentales, se orientan principalmente a establecer relaciones fundamentales entre la causa y efecto. Las dosis de coagulante derivado de la cabuya (Agave Americana L.) que se utilizó son 600, 700 y 800 mg/L (Coronado, 2018) y como control se utilizó 10 mg/l de sulfato de aluminio y tres repeticiones por tratamiento. Asimismo, para la mezcla rápida un tiempo de 30 s y una velocidad de 100 RPM, mientras que para la mezcla lenta se consideró un tiempo de 10 minutos y una velocidad de 30 RMP, y una sedimentación de 20 minutos (Huamán & Jaimes, 2019).

Población y muestra.

La población el volumen total de la quebrada Rumiyaçu – distrito de Moyobamba con un caudal de 14.98 L/s. La muestra fue de 24 litros de agua, la cual se utilizó tres repeticiones de prueba de jarras con un total de 4 vasos de dos litros cada jarra. El agua se recolectó mediante una muestra compuesta para asegurar la representatividad de la muestra (Hernandez et al, 2017).

Obtención del coagulante.

La obtención del coagulante de la cabuya (Agave Americana) implicó la recolección de 4 pencas, pesado y lavado de pencas seleccionadas (4 Kg). Luego, se cortaron, secaron, moliendo y tamizaron las pencas para obtener un coagulante homogéneo. Después de secar las pencas durante 72 horas a 60°C (Coronado, 2018), se procedió a la molienda y tamizado con una malla de 1mm. El producto final se almacenó en bolsas Ziploc para su conservación. Este proceso garantizó un coagulante de calidad para reducir sólidos suspendidos en agua, clave para la investigación en salud pública y calidad de vida.

Determinación de la turbidez.

La turbidez se midió con un turbidímetro y la eficiencia de remoción de este parámetro se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ remoción} = \frac{T_o - T_f}{T_o} * 100\%$$

La turbidez del agua se midió antes (T_o) y después (T_f) del tratamiento

Análisis estadístico.

En el estudio, se utilizó el análisis de varianza para identificar posibles diferencias estadísticamente significativas entre los distintos tratamientos, con un nivel de confianza del 95%. Además, los datos recolectados fueron analizados a través del programa estadístico SPSS 24.

Resultados.

Durante el análisis descriptivo del pH del agua, se pudo observar que la concentración de 800 mg/L de coagulante de almidón de cabuya (Agave americana) exhibió un pH más bajo, en contraste con la concentración de 600 mg/L de coagulante que mostró el valor más alto. Este descubrimiento sugiere que el almidón de cabuya contiene componentes alcalinos que contribuyen a elevar el pH del agua. Es relevante destacar que, en todos los tratamientos, los valores de pH se mantuvieron dentro del rango aceptable de 6.5 a 8.5, establecido por los Límites Máximos Permisibles (LMP) según el D.S. 031-2010.

Tabla 1 Análisis descriptivo del Potencia de Hidrógeno (pH) del agua para cada tratamiento.

Código	Dosis (mg/l)	pH antes	Promedio	Desv. Estándar	LMP
T0	10 SA		6.78	0.77	6.5 - 8.5
T1	600 CC	6.79	6.98	0.28	6.5 - 8.5
T2	700 CC		6.87	0.15	6.5 - 8.5
T3	800 CC		6.73	0.09	6.5 - 8.5

Nota: SA: Sulfato de aluminio /CC: Coagulante de Cabuya.

Tras la aplicación del coagulante natural, se pudo observar una disminución en la turbidez del agua. Se identificó que la concentración de 800 mg/L de almidón de cabuya mostró una menor turbidez, en contraste con la concentración de 700 mg/L de coagulante que presentó la mayor turbidez. Este hallazgo sugiere que a medida que se incrementa la dosis de almidón de cabuya, se logra una mayor reducción en la turbidez del agua. Es relevante resaltar que, para todas las dosis aplicadas, la turbidez del agua se mantuvo por debajo de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el D.S. 031-2010.

Tabla 2 Análisis descriptivo de la turbidez del agua para cada tratamiento

Código	Dosis (mg/l)	Turbidez antes	Promedio (UNT)	Desv. Estándar (UNT)	LMP
T0	10 SA		1	0.82	5
T1	600 CC		1.2	0.7	5
T2	700 CC	7	1.45	0.68	5
T3	800 CC		0.85	0.74	5

Nota: SA: Sulfato de aluminio /CC: Coagulante de Cabuya.

Al realizar el análisis de varianza del pH, obtuvimos un p-valor de 0,823, lo que indica que no hay una diferencia significativa entre las dosis utilizadas. Sin embargo, al comparar los grupos, encontramos que la dosis de 600 mg/L mostró el valor más alto de pH, acercándose

al valor neutro, con un promedio de 6,98. Esto sugiere que esta dosis específica del coagulante de almidón de cabuya (*Agave americana*) tuvo un ligero efecto alcalino en el agua. Es importante destacar que, aunque no se encontró una diferencia significativa entre las dosis, este hallazgo nos proporciona información relevante sobre la influencia de la dosis en el pH del agua tratada.

Tabla 3 Análisis de varianza del Potencial de Hidrógeno (pH)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Suma de cuadrado medio	f	p-valor
Entre la dosis	0.284	4	0.058	0.429	0.823
Dentro de la dosis	1.586	9	0.133		
Total	1.87	13			

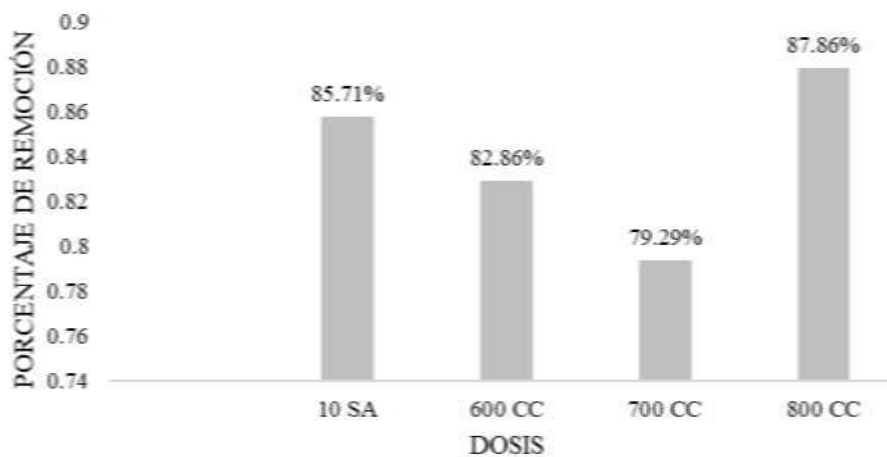
En el análisis de varianza de la turbidez, se obtuvo un p-valor de 0,551, lo que indica que no hay una diferencia significativa entre las dosis utilizadas. Sin embargo, al comparar los grupos, encontramos que la dosis de 800 mg/L mostró el valor más alto de turbidez, con un promedio de 1,45. Esto sugiere que el uso de una dosis más alta de coagulante de almidón de cabuya (*Agave americana*) resultó en un ligero aumento en la turbidez del agua tratada. Esta observación puede atribuirse al exceso de coagulante utilizado en esa dosis específica. Es importante destacar que, aunque no se encontró una diferencia significativa entre las dosis, este hallazgo nos proporciona información valiosa sobre como la dosis del coagulante puede afectar la turbidez del agua tratada.

Tabla 4 Análisis de varianza de la turbidez

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Suma de cuadrado medio	F	p-valor
Entre la dosis	2.868	4	0.571	0.833	0.551
Dentro de la dosis	8.247	9	0.686		
Total	11.115	13			

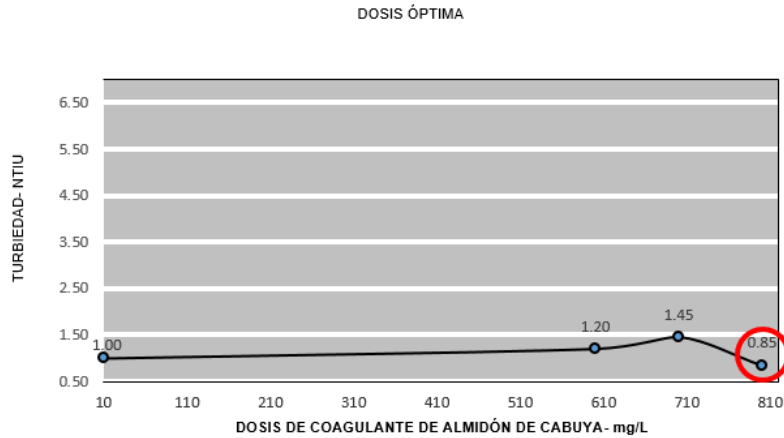
El mayor porcentaje de eliminación de turbidez se encontró con una dosis de 800 mg/L de coagulante natural de almidón de cabuya, siendo la eficiencia de 87.86%; es decir, con esta dosis se logra remover el mayor porcentaje de la turbidez que causan los sólidos suspendidos del agua, obteniendo un valor de 0,85 UNT. (Ver figura 1 y 2)

Figura 1 Eficiencia de remoción de turbidez



Nota: SA: Sulfato de Aluminio, CC: Coagulante de Cabuya

Figura 2 Determinación de la dosis optima



Al utilizar una dosis de 10 mg/L de sulfato de aluminio y 600 mg/L de coagulante de cabuya (Agave Americana), se observó un índice de Willcomb de 8, indicando la formación de un buen flóculo que se depositó de manera rápida pero no completa. En contraste, con las dosis de 700 mg/L y 800 mg/L de coagulante de cabuya (Agave Americana), se obtuvo un índice de Willcomb de 6, lo que sugiere la formación de un floculo claro de tamaño considerablemente grande que precipitó lentamente.

Tabla 5 Índice de Willcomb del agua residual después de la aplicación de coagulantes

Coagulante	Dosis (mg/l)	Índice de Willcomb	Descripción
Sulfato de aluminio	10	8	Buen flóculo, el cual se deposita rápidamente, pero no completamente
Cabuya	600	8	
Cabuya	700	6	Flóculo claro de tamaño considerablemente grande,
Cabuya	800	6	pero precipita con lentitud

Discusión.

Al aplicar el coagulante natural obtenido de la cabuya (Agave Americana) al agua cruda, se observó un ligero descenso en el pH del agua destinada para consumo humano con las dosis de 800 mg/L de coagulante de cabuya (Agave Americana) y 10 mg/L de sulfato de aluminio, con valores de 6.73 y 6.78 respectivamente. No se encontró una diferencia significativa en el pH entre ambas dosis. En contraste, con la dosis de 700 mg/L de coagulante de cabuya (Agave Americana), el pH fue ligeramente superior a los anteriores, alcanzando 6.87, mientras que con la dosis de 600 mg/L de coagulante de cabuya, el pH fue mayor, llegando a 6.98. Esta variación se atribuye a la presencia de sustancias químicas como taninos y polisacáridos, los cuales poseen propiedades coagulantes y floculantes que facilitan la clarificación del agua (Reaño, 2015). Por otro lado, Parraguez (2019) menciona que el Agave Americana es una fuente de ácido fólico y taninos, los cuales tienen un carácter ácido y tienden a reducir el pH. Amran et al. (2021) sostienen que mantener valores de pH entre 4 y 7 durante el proceso de coagulación con polímeros naturales favorece la eliminación de la turbidez del agua.

En cuanto al análisis de varianza del pH, el p-valor fue 0,823; es decir no hay diferencia significativa entre las dosis, aunque al comparar los grupos, el valor más alto de pH (cerca al neutro) se encontró con la dosis de 600 mg/L, siendo su valor de 6,98

Con respecto a la remoción de turbidez, esta fue mayor con 700 mg/L de coagulante natural de harina de cabuya (Agave Americana), con un valor de 93,33%; es decir, con esta dosis se logra remover el mayor porcentaje de la turbidez que causan los sólidos suspendidos del agua. Sierra et al. (2019), utilizaron un biocoagulante de plátano y obtuvieron una eficiencia del 67,57% con 40 mg/L de biocoagulante. En cuanto al análisis de varianza de la turbidez, el p-valor fue 0,551; es decir no hay diferencia significativa entre las dosis, aunque al comparar los grupos, el valor más alto de turbidez se encontró con la dosis de 800 mg/L, siendo su valor de 1,45; esto se debe al exceso de coagulante de almidón de cabuya.

Asimismo, Dávila y colaboradores (2018), llevaron a cabo un estudio con el propósito de evaluar la eficacia de diversos coagulantes naturales, tales como mashua, papa, tara, penca y trigo, en el procedimiento de clarificación del agua. Durante los ensayos, se aplicaron concentraciones específicas de 45, 50, 55 y 60 g/L para cada coagulante, utilizando el método

de pruebas de jarras. La turbidez inicial del agua superficial se registró en 34 UNT. Los resultados revelaron que los coagulantes, incluyendo mashua, papa, tara, penca y trigo, lograron una eliminación de la turbidez con una eficacia del 89,9% a una dosis de 40 g/L. Además, se observó que la tara logró una remoción de sólidos suspendidos de hasta el 89%, mientras que el trigo alcanzó un 13,5% con una dosis de 55 g/L. Por otro lado, Otárola et al. (2022), llevaron una investigación en Colombia, examinaron la eficacia del cactus como agente biocoagulante, en comparación con el uso de FeCl_3 . El propósito principal fue analizar los impactos de diferentes cantidades del agente coagulante en la reducción de la turbidez en una muestra de agua artificial. Los experimentos se llevaron a cabo mediante la técnica de pruebas de jarras. En el caso del agente de coagulación natural *Opuntia ficus-indica*, se aplicaron dosis de 6, 12 y 18 mg/l, mientras que para el cloruro férrico utilizó dosis de 24, 30 y 36 mg/L. Se evidenció que la dosis de 12 mg/l del agente de coagulación natural demostró la mayor eficiencia, alcanzando una eficacia del 82%. Este resultado se atribuye a la estructura compleja del agente de coagulación natural, que contiene anfóteros.

Julca (2019) utilizó almidón de yuca y sulfato de aluminio como coagulantes para remover la turbidez del agua del canal de Miraflores, realizaron una combinación de 22 mg/L de sulfato de aluminio y 8 mg/L de almidón de yuca con lo cual obtuvieron un promedio del 80.83% de la eliminación de la turbidez. Asimismo, Moldanado (2018), realizó una investigación con el propósito de examinar el impacto de la yuca en la eliminación de sólidos suspendidos en el agua. En este sentido, se extrajo un coagulante natural de la yuca y se aplicó en seis dosis diferentes (1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6%), con seis repeticiones para cada tratamiento. Se logró una reducción del 50% en la turbidez con una dosis del 1%, y se evidenció una eficiencia del 48% en la eliminación del color.

Conclusiones.

En el presente estudio sobre la eficacia del coagulante natural derivado de la cabuya (Agave Americana) en la reducción de la turbidez del agua en la quebrada Rumiyacu en el distrito de Moyobamba, se demostraron que las dosis de 800 mg/L de coagulante natural de cabuya lograron una eficiencia de remoción de turbidez del 87,86%, lo que indica su potencial para mejorar la calidad del agua de manera efectiva. Además, se observó que el pH del agua tratada con coagulante de cabuya se mantuvo dentro del rango recomendado para consumo humano (6,5 – 8,5) de acuerdo al DS N°0031-2010-SA, lo que sugiere que este método no afecta significativamente las propiedades químicas del agua. Por otro lado, aunque el sulfato de aluminio es el coagulante químico más comúnmente utilizado en los procesos de coagulación y floculación, se ha identificado preocupaciones sobre su impacto en la salud humana y el medio ambiente. Es por ello que se investigó alternativas naturales, como los polisacáridos de la cabuya, que son respetuosas con el medio ambiente, no tóxicas y sostenibles. El estudio también destacó la importancia de la dosis óptima de coagulante de cabuya. Encontramos que dosis más altas no necesariamente resultaron en una mejor remoción de turbidez, y de hecho, dosis excesivas pueden aumentar la turbidez del agua.

Referencias.

Amran, A. H., Zaidi, N. S., Syafiuddin, A., Zhan, L. Z., Bahrodin, M. B., Mehmood, M. A., & Boopathy, R. (2021). 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>

Cevallos, N. N., Burgos, G., & Córdova, A. (2022). Evaluation of the efficacy of synthetic and natural coagulants in the treatment of wastewater generated in the production of fishmeal. 16, 54–68. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6993155>

Coronado Fiorella. (2018). Eficiencia del Agave y el Aloe vera en la remoción de materia orgánica de las aguas del río Lurín en el AA. HH Julio César Tello. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/36217/Coronado_VFM.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Dávila, C. M., Huamán, M. M., Flores, J. I., Polo, R. A., & Araujo, N. F. (12 de Marzo de 2018). Efectividad de especies naturales como ayudantes de Coagulación, para la clarificación de aguas turbias en épocas de avenidas en caseríos y centros poblados de Huaraz y Callejón de Huaylas. 11(2), 299-310. Obtenido de https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/583/721

Digesa. (2021). Parámetros Organolépticos. http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2017). Metodología de la Investigación. <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

Huamán, C., & Jaimes, H. (2019). Metodología de superficie de respuesta en la eficiencia de remoción de turbidez de agua empleando almidón de pituca (*colocassia esculenta*) como auxiliar de coagulación. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2079/Claudia_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Krupińska, I. (2020). Aluminium drinking water treatment residuals and their toxic impact on human health. *Molecules*, 25(3). <https://doi.org/10.3390/molecules25030641>

Lizkary, B., Julca, T., Asesor, R., Antonio, M. I. J., & Soto, D. (2019). Remoción de la turbiedad del agua del canal Miraflores, con almidón de yuca y sulfato de aluminio, Jaén, Cajamarca. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/138/1/Julca_RLT.pdf

Maldonado, A. (2018). Aplicación del clarificante de origen natural (almidón de yuca) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano quebrada Juninguillo – La Mina, Moyobamba – San Martín. 1–74. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/11458/2683/1/SANITARIA%20-%20Arnold%20Rafael%20Maldonado%20Ushi%20c3%b1ahua.pdf>

Martínez, M. R., Mendoza, J. Y., Medrano, B. E., Gómez, L. M., & Zafra, C. A. (20 de Marzo de 2020). Evaluación de la turbiedad como parámetro indicador del tratamiento en una planta potabilizadora municipal. *Revista Industrial de Santander*, 19(1), 15-24. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/5537/553768131002/html/>

Méndez-Cantillo, N., Rodríguez-Díaz, Y. J., & Rodríguez-Jiménez, D. M. (2022). Análisis del plátano y banano (*Musa paradisiaca* L.) como coagulante para el tratamiento de afluentes. *Información Tecnológica*, 33(6), 125–134. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642022000600125>

Moreira, J., & Moreira, C. (2021). *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*. Periodicidad: Semestral, 9(1), 2022. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/215/2152932006/html/>

Pardede, A., Budihardjo, M. A., & Purwono. (2018). The Removal of Turbidity and TSS of the Domestic Wastewater by Coagulation-Flocculation Process Involving Oyster Mushroom as Biocoagulant. *E3S Web of Conferences*, 31. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183105007>

Parraguez, L. (2019). Influencia de la concentración y tiempo de contacto de coagulante de Penca Azul (*Agave Americana* L.) en la turbidez y sst del efluente de extracción de aceite de limón. https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8738/Parraguez_Mendoza_Luc%C3%ADa_Rosaura.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Reaño, G. (2015). Influencia del corte de cola y tiempo de guarda sobre las características física, químicas y organolépticas del Pisco de Uva Italia (*Vitis Vinífera* L.). <https://repositorio.unam.edu.pe/server/api/core/bitstreams/e2958b33-a207-4279-998c-098339fd14be/content>

Rocío Martínez-Orjuela, M., Mendoza-Coronado, Y., Medrano-Solís, B. E., Marina Gómez-Torres, L., Carlos, Y., & Zafra-Mejía, A. (2020). *Revista UIS Ingenierías municipal* Evaluation of turbidity as a parameter indicator of treatment in a drinking water treatment plant. 19(1), 15–24. <https://doi.org/10.18273/revuin.v19n1>

Sierra, J., Navarro, S., Mercado, M., Flórez, A., & Urado, M. (2019). Remoción de la turbidez del agua del río Magdalena usando médula de banano como coagulante. *Revista UIS Ingenierías*, 18(4), 131–138. <https://doi.org/10.18273/revuin.v18n4-2019012>