

**EFICIENCIA DEL ALMIDÓN DE PLÁTANO EN LA REMOCIÓN DE TURBIDEZ DEL  
AGUA DEL RÍO CAPLINA, TACNA  
COMPARATIVE ANALYSIS OF NATURAL COAGULANTS IN THE REMOVAL OF  
TURBIDITY FROM THE WATER OF THE CAPLINA RIVER, TACNA**

**Autores:** <sup>1</sup>Luis Rodrigo Guillermo Alca Ticona.

<sup>1</sup>ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-1092-5618>

<sup>1</sup>E-mail de contacto: [lrgalcat@unjbg.edu.pe](mailto:lrgalcat@unjbg.edu.pe)

Afiliación: <sup>1</sup>\*Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, (Perú).

Artículo recibido: 5 de julio del 2025

Artículo revisado: 7 de julio del año

Artículo aprobado: 16 de julio del 2025

<sup>1</sup>Estudiante del IX ciclo de la carrera profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, (Perú).

### Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la eficacia del almidón de plátano (*Musa × paradisiaca*) en la remoción de la turbidez del agua del río Caplina, ubicado en Tacna, Perú. Las muestras fueron recolectadas en el cercado de Tacna, registrando una turbidez inicial de 272,2 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU). Se prepararon tres concentraciones del coagulante: 0,3; 0,6 y 0,9 gramos por cada 100 mililitros de agua. El diseño experimental utilizado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), con tres tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. El procedimiento incluyó la preparación del coagulante, su aplicación a las muestras de agua sin tratar y un proceso de agitación controlada para favorecer la coagulación y la formación de flóculos. Posteriormente, las muestras fueron dejadas en reposo durante 24 horas para evaluar la turbidez final. Los resultados demostraron una reducción significativa en los niveles de turbidez, siendo la dosis de 0,6 g/100 ml la que mostró la mayor eficiencia. En conclusión, el almidón de plátano se presenta como una alternativa natural, efectiva y sostenible para el tratamiento de aguas turbias, destacando su potencial en la mejora de la calidad del agua del río Caplina.

**Palabras clave:** Coagulantes naturales, Turbidez, Tratamiento del agua, Dosis, Remoción.

### Abstract

The objective of this study was to evaluate the efficacy of plantain starch (*Musa × paradisiaca*) in removing turbidity from the water of the Caplina River, located in Tacna, Peru. Samples were collected from the Tacna reservoir, registering an initial turbidity of 272.2 Nephelometric Turbidity Units (NTU). Three coagulant concentrations were prepared: 0.3, 0.6, and 0.9 grams per 100 milliliters of water. The experimental design used was a Completely Randomized Design (CRD), with three treatments and three replicates per treatment. The procedure included coagulant preparation, its application to raw water samples, and a controlled agitation process to promote coagulation and floc formation. The samples were then left to stand for 24 hours to evaluate the final turbidity. The results demonstrated a significant reduction in turbidity levels, with the 0.6 g/100 ml dose being the most effective. In conclusion, plantain starch is presented as a natural, effective, and sustainable alternative for treating turbid water, highlighting its potential for improving the water quality of the Caplina River.

**Keywords:** Natural coagulants, Turbidity, Water treatment, Dosage, Removal.

### Sumário

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do amido de banana-da-terra (*Musa × paradisiaca*) na remoção da turbidez da água do Rio Caplina, localizado em Tacna, Peru. Amostras foram coletadas do reservatório de Tacna, registrando uma turbidez inicial de 272,2 Unidades

Nefelométricas de Turbidez (UNT). Três concentrações de coagulante foram preparadas: 0,3, 0,6 e 0,9 gramas por 100 mililitros de água. O delineamento experimental utilizado foi o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com três tratamentos e três repetições por tratamento. O procedimento incluiu a preparação do coagulante, sua aplicação em amostras de água bruta e um processo de agitação controlado para promover a coagulação e a formação de flocos. As amostras foram então deixadas em repouso por 24 horas para avaliar a turbidez final. Os resultados demonstraram uma redução significativa nos níveis de turbidez, sendo a dose de 0,6 g/100 ml a mais eficaz. Concluindo, o amido de banana-da-terra é apresentado como uma alternativa natural, eficaz e sustentável para o tratamento de águas turvas, destacando seu potencial para melhorar a qualidade da água do Rio Caplina.

**Palavras-chave: Coagulantes naturais, Turbidez, Tratamento de água, Dosagem, Remoção.**

### **Introducción**

La eficiencia del almidón de plátano en la remoción de turbidez del agua se refiere a la capacidad de este biopolímero para reducir de manera significativa las partículas suspendidas que generan opacidad en el agua. Esta eficiencia se evalúa principalmente mediante la comparación entre los niveles de turbidez presentes en el agua antes y después del proceso de tratamiento, expresada en porcentaje. Una alta eficiencia indica que el almidón de plátano actúa como un agente coagulante natural muy eficaz, capaz de agrupar y sedimentar partículas finas y coloidales que, en su estado original, dificultan la claridad y calidad del agua. Además, debido a que es un producto natural y biodegradable, su uso promueve soluciones sostenibles y ecológicas en comparación con productos químicos tradicionales. La eficiencia también puede depender de factores como la concentración de almidón aplicada, condiciones del agua, agitación y tiempo de sedimentación.

Evaluar exhaustivamente esta variable permite determinar las dosis necesarias, optimizar el proceso y minimizar residuos, contribuyendo a un tratamiento de agua más accesible y respetuoso con el medio ambiente.

La turbidez en el agua del río Caplina refleja una medida de la cantidad de partículas suspendidas que están en tránsito en el cauce, afectando directamente su calidad visual y microbiológica. La presencia de altas concentraciones de partículas puede tener múltiples orígenes, tales como sedimentos arrastrados por lluvias intensas, actividades agrícolas cercanas que remueven el suelo, vertidos industriales o residuos urbanos. La turbidez no solo compromete la estética del agua, sino que también dificulta procesos de desinfección, ya que las partículas pueden proteger microorganismos patógenos, haciendo que sea más difícil garantizar la potabilidad del agua. La medición en unidades NTU proporciona una referencia cuantitativa de la opacidad, que debe mantenerse dentro de límites aceptables para las diferentes finalidades del agua. La reducción de la turbidez mediante la aplicación de agentes coagulantes, como el almidón de plátano, fomenta un agua más clara, segura y apta para consumo humano, además de proteger la salud pública y los ecosistemas acuáticos del río.

El agua potable es un recurso fundamental para la supervivencia, por lo que resulta esencial disponer de sistemas de tratamiento que reduzcan los contaminantes presentes en los ríos. Además, es necesario realizar investigaciones constantes para mejorar los procesos en las plantas de tratamiento, buscando obtener un agua de mayor calidad, manteniendo los costos bajo control y asegurando el bienestar de la población (Ramos, 2019). El río Caplina es el agua superficial que

proviene de la cordillera de los Andes y fluye hacia el sur, desembocando en el océano pacífico. Tiene una longitud aproximada de 100 km y es uno de los principales abastecedores de agua para la región de Tacna, tanto para la agricultura como para el consumo humano (Paredes et al., 2024).

La concentración del almidón de plátano en el proceso de tratamiento del agua constituye una variable fundamental que determina la eficacia del proceso de coagulación y remoción de partículas. La cantidad de almidón introducida en el agua influye directamente en la formación de flóculos, que arrastran partículas suspendidas y sedimentan para obtener agua más clara. Una dosis insuficiente puede resultar en una remoción incompleta de turbidez, dejando partículas en el agua, mientras que una cantidad excesiva podría generar problemas asociados a residuos en el agua tratada, además de incrementar costos y posibles impactos ambientales negativos. La selección de la concentración óptima generalmente requiere pruebas de laboratorio o pilotos, considerando las características específicas del agua del río, incluyendo la carga de partículas, composición química y condiciones físico-químicas. La precisión en la dosificación garantiza un proceso eficiente, económico y sustentable, promoviendo el uso de un recurso natural renovable y biodegradable, además de reducir la dependencia de productos químicos sintéticos. (Guzmán et al., 2014). El río Caplina enfrenta un problema significativo de turbidez en sus aguas, causado por la contaminación y la sedimentación, lo que deteriora su calidad y afecta tanto la salud humana como al ecosistema acuático (Adco et al., 2024).

El uso de coagulantes químicos como el sulfato de aluminio es frecuente en la potabilización del agua, pero presenta desventajas como la

generación de lodos y posibles riesgos para la salud por la acumulación de subproductos (Davis et al., 2018). Por otra parte, una de las alternativas tecnológicas más accesibles es el uso de coagulantes naturales, los cuales pueden contribuir a la eliminación de contaminantes presentes en los ríos al favorecer la formación de flóculos y la sedimentación de partículas. Este proceso facilita la clarificación del agua y mejora su calidad, destacando además su alta eficiencia en la remoción de turbidez (Huallpa, 2023). Los parámetros físicos y químicos del agua del río Caplina son cruciales para comprender y optimizar el proceso de remoción de turbidez mediante el uso de almidón de plátano. El pH, por ejemplo, influye en la carga eléctrica superficial de las partículas suspendidas y en la formación de flóculos estables; un pH adecuado puede facilitar la coagulación, mientras que valores extremos pueden dificultar el proceso. La temperatura también afecta la viscosidad del agua y la velocidad de formación de flóculos, siendo generalmente preferible realizar tratamientos en condiciones de temperatura moderada. La DQO y DBO son indicadores de la cantidad de materia orgánica en el agua; altos niveles de estos parámetros sugieren una carga de contaminantes orgánicos que pueden interferir con la coagulación y aumentar la demanda de oxígeno, afectando la calidad del agua tratada. La presencia de sólidos totales en suspensión y otros componentes químicos también puede influir en el proceso, afectando la eficiencia del almidón y el tiempo requerido para la sedimentación. El control y monitoreo de estos parámetros permiten ajustar las condiciones de tratamiento, garantizando la optimización del proceso y la obtención de agua con parámetros de calidad que cumplan los estándares ambientales y de consumo humano. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es evaluar la eficiencia del almidón de plátano

(*Musa x paradisiaca*) en la remoción de la turbidez del agua del río Caplina.

### **Materiales y Métodos**

En esta investigación se evaluó la capacidad del almidón de plátano (*Musa x paradisiaca*) para la remoción de la turbidez en el agua del río Caplina. Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con tres tratamientos y tres repeticiones. El análisis estadístico se realizó mediante el programa IBM SPSS Statistics 25, con el cual se procesaron los datos y se verificó el cumplimiento de los supuestos necesarios para aplicar un análisis de varianza. Esta prueba permitió comparar las medias de los grupos experimentales e identificar si existieron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Finalmente, se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ). Para la obtención del almidón de plátano se siguió la metodología adaptada por Dávila (2014), la cual consistió en seleccionar plátanos de seda verdes, cortarlos por la mitad y luego en rodajas de 2 a 3 mm de grosor. Las rodajas se distribuyeron en una bandeja procurando que no se superpongan, y se secaron en un horno a 40 °C durante 2 horas. Una vez secas, se procedió a molerlas y, posteriormente, se extrajo el almidón, el cual fue almacenado a temperatura ambiente. El estudio se llevó a cabo en junio de 2025 (estación de invierno), utilizando una muestra de agua del río Caplina recolectada en el cercado de Tacna, ciudad de Tacna, en las coordenadas 18°01'15.71" S de latitud y 70°15'35.24" O de longitud. La recolección se realizó conforme al Protocolo Nacional para el Monitoreo de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, obteniéndose 4 litros de agua para la experimentación.

Durante el análisis inicial de la muestra, se utilizó un vaso precipitado de 100 ml en donde se dispuso la muestra y se determinaron los

principales parámetros fisicoquímicos: turbidez (NTU), temperatura en °C, pH, conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y oxígeno disuelto (mg/L). Posteriormente, se prepararon tres tratamientos con dosis de almidón de plátano de 0,3 g/100 ml, 0,6 g/100 ml y 0,9 g/100 ml. Cada dosis fue dispersada en 100 ml de agua mediante una agitación rápida durante 1 minuto, con el fin de asegurar una distribución uniforme del coagulante. A continuación, se aplicó una agitación lenta durante 15 minutos para favorecer la formación de flóculos. Este procedimiento se replicó tres veces por tratamiento. Finalmente, las muestras tratadas se dejaron en reposo durante 24 horas, tras lo cual se midió nuevamente la turbidez para evaluar la eficiencia del coagulante natural.

### **Resultados y Discusión**

A continuación, en la Tabla 1 se presentan los parámetros iniciales obtenidos del agua del río Caplina.

**Tabla 1.** *Parámetros iniciales de la muestra del río Caplina*

Turbidez (NTU)	272,20
Temperatura ° C	23,90
pH	5,49
Conductividad eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	1103
Oxígeno disuelto (mg/L)	8,16

*Fuente: Elaboración propia.*

La Tabla 1 presenta los parámetros iniciales de la muestra de agua del río Caplina, proporcionando una visión integral de las condiciones físicas y químicas en el momento del muestreo. La alta turbidez registrada, de 272,20 NTU, indica la presencia de una gran cantidad de partículas suspendidas y materia en solución en el agua, lo que refleja un alto nivel de contaminación o sedimentación en el río. Este valor es considerablemente superior a los límites típicos aceptables para agua destinada al consumo humano, sugiriendo la necesidad de procesos eficaces de tratamiento para reducir la turbidez y mejorar la calidad del agua. La

temperatura de 23,90 °C se encuentra dentro del rango usual para cuerpos de agua superficiales en climas cálidos, favoreciendo procesos biológicos y químicos apropiados para el tratamiento y análisis. El pH de 5,49 es ácido, siendo un valor pequeño en comparación con el rango neutro (6,5-8,5), lo que puede afectar la eficiencia de procesos de coagulación y desinfección, además de señalar una posible influencia de actividades antropogénicas o contaminantes ácidos en la calidad del agua. La conductividad eléctrica elevada, de 1103  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , indica una alta concentración de sales disueltas, lo que puede afectar la compatibilidad con procesos biológicos o coagulantes y refleja la presencia de minerales o contaminantes disueltos. Finalmente, el oxígeno disuelto de 8,16 mg/L indica una buena saturación de oxígeno en la muestra, lo cual es favorable para la vida acuática y sugiere que, a pesar de los contaminantes, el río mantiene un nivel adecuado de oxigenación en el momento del muestreo. En conjunto, estos parámetros permiten comprender las condiciones del agua antes del tratamiento y ayudan a orientar las estrategias de remoción y mejora de la calidad del recurso hídrico.

**Tabla 2.** Prueba de normalidad para turbidez del agua tratada en función a las dosis de coagulante natural

Pruebas de normalidad						
Tratamiento	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1	,350	3	.	,830	3	,188
T2	,257	3	.	,961	3	,619
T3	,238	3	.	,976	3	,702

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2 presenta los resultados de las pruebas de normalidad aplicadas a la turbidez del agua tratada en función de las diferentes dosis del coagulante natural, utilizando las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. En ambos casos, los valores de Sig. (o p-valor) para todas las muestras (T1, T2 y T3) son

superiores a 0,05, específicamente 0,188, 0,619 y 0,702, respectivamente, en la prueba de Shapiro-Wilk. Esto indica que la distribución de los datos de turbidez tras el tratamiento con cada dosis no difiere significativamente de una distribución normal, cumpliendo con uno de los supuestos clave para la utilización de análisis estadísticos paramétricos. Además, los estadísticos de ambas pruebas (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) son relativamente bajos, reforzando la aproximación normal en los datos de turbidez para cada tratamiento. La media y la desviación estándar de estos datos pueden, por tanto, ser utilizados con confianza en análisis posteriores como ANOVA o pruebas de comparación de medias, simplificando la interpretación de los resultados y validando la aplicación de métodos estadísticos paramétricos para evaluar la eficiencia del coagulante.

**Tabla 3.** Prueba de homogeneidad de varianzas para turbidez del agua tratada en función a las dosis de coagulante natural

Prueba de homogeneidad de varianzas				
Turbidez	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	,977	2	6	,429
Se basa en la mediana	,167	2	6	,850
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,167	2	4,389	,851
Se basa en la media recortada	,876	2	6	,464

Fuente: Elaboración propia.

Las La Tabla 3 muestra los resultados de la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene, que evalúa si las variaciones en los niveles de turbidez del agua tratada en función de las diferentes dosis del coagulante natural son estadísticamente similares. En todos los casos, los valores de Sig. son superiores a 0,05 (0,429, 0,850, 0,851 y 0,464 en las distintas bases de comparación), lo que indica que no

existen diferencias significativas en las varianzas de los tratamientos. Esto significa que las varianzas dentro de cada grupo de dosis son homogéneas, lo cual es un supuesto fundamental para el análisis de varianza (ANOVA). La homogeneidad en la dispersión de los datos respalda la validez de las pruebas estadísticas posteriores, permitiendo una comparación confiable de los efectos de las distintas dosis de almidón de plátano en la remoción de turbidez. En consecuencia, se puede continuar con análisis paramétricos, como el ANOVA, sin preocuparse por violaciones a los supuestos de igualdad de varianzas, lo que fortalece la confianza en las conclusiones derivadas de este análisis.

**Tabla 4.** Análisis de varianza para turbidez del agua tratada en función a las dosis de coagulante natural

Turbidez					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2,214	2	1,107	34,860	,0005
Dentro de grupos	,191	6	,032		
Total	2,405	8			

*Fuente: Elaboración propia.*

La Tabla 4 presenta los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para evaluar si existen diferencias estadísticamente significativas en la turbidez del agua tratada en función de las distintas dosis del coagulante natural. El valor de F obtenido es 34,860, con un nivel de significancia (Sig.) de 0,0005, lo que indica que las diferencias entre los tratamientos son altamente significativas a un nivel de confianza del 95%. Esto significa que al menos una de las dosis de almidón de plátano aplicadas produce un efecto diferente en la remoción de turbidez en comparación con las otras dosis. La suma de cuadrados entre grupos (2,214) refleja la variabilidad en turbidez atribuible a las diferentes dosis, mientras que la suma dentro de

grupos (0,191) indica la variabilidad residual o por error. Dado que la diferencia es estadísticamente significativa, se justifica realizar análisis post hoc, como la prueba de Tukey, para identificar específicamente qué dosis difiere significativamente de las otras en su capacidad para remover turbidez. En conclusión, el análisis confirma la influencia significativa de la cantidad de coagulante natural en la eficiencia de remoción de partículas suspendidas en el tratamiento del agua del río Caplina.

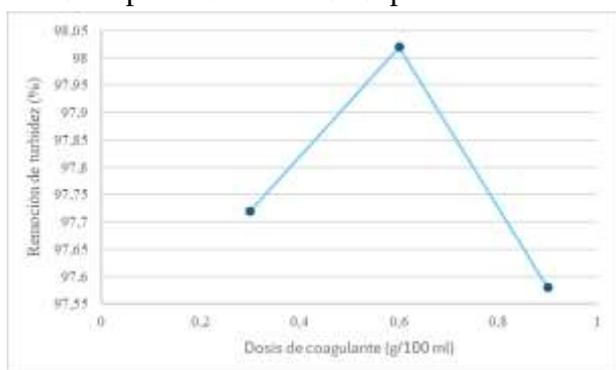
**Tabla 5.** Prueba de rango múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ) para turbidez del agua tratada en función a las dosis de coagulante natural

Turbidez			
Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0,05	
		1	2
T2	3	5,3867	
T1	3		6,2167
T3	3		6,5700
Sig.		1,000	,112

*Fuente: Elaboración propia.*

La Tabla 5 presenta los resultados de la prueba de rango múltiple de Tukey, utilizada para determinar qué tratamientos (dosis de almidón de plátano) difieren significativamente en la remoción de turbidez. Los resultados muestran que el Tratamiento 2 (T2) tiene una media de turbidez de 5,39 NTU, mientras que el Tratamiento 1 (T1) y el Tratamiento 3 (T3) presentan medias de 6,22 NTU y 6,57 NTU, respectivamente. La diferencia entre T2 y T1, así como entre T2 y T3, no es estadísticamente significativa, dado que el valor de Sig. para la comparación, 0,112, es mayor que 0,05. Esto indica que, aunque T2 presente la menor media de turbidez, no se puede afirmar con confianza estadística que sea significativamente más eficiente que las otras dosis, aunque muestra tendencia a ser más efectivo. Además, la prueba de significancia general, con un valor de Sig. igual a 1,000, respalda que las diferencias

específicas en estos tratamientos no son significativas al nivel del 95%. En conclusión, aunque la dosis de 0,3 g/100 ml (T2) mostró la menor media de turbidez, estadísticamente no se distingue significativamente de las otras dosis, aunque su tendencia a una mejor remoción puede considerarse en futuras aplicaciones o estudios con mayor tamaño muestral para confirmar su superioridad.



**Figura 1.** Promedio de remoción de turbidez (%) del agua del río Caplina por dosis de coagulante

En la Figura 1 se evidenció que todas las dosis de almidón de plátano aplicadas lograron una alta eficiencia en la remoción de turbidez del agua del río Caplina, con porcentajes superiores al 97,50 %. La dosis de 0,6 g/100 ml alcanzó la mayor remoción promedio (98,02 %), seguida de la dosis de 0,3 g/100 ml (97,72 %) y, por último, la dosis de 0,9 g/100 ml (97,58 %). Estos resultados indican que la dosis intermedia fue la más eficiente. De acuerdo con el estudio realizado por Paz et al. (2022), el uso de polvo de semilla de moringa como coagulante natural en el tratamiento de aguas del río Caplina permitió alcanzar una remoción de turbidez de hasta el 75 %. En el presente trabajo, se logró un porcentaje de remoción de 98,02 %, lo que respalda una mayor eficiencia de este coagulante bajo condiciones similares. De manera similar, los resultados coinciden con los determinados por Adco et al. (2024), quienes indicaron que el coagulante natural derivado de

Aloe vera demostró ser altamente efectivo en la remoción de turbidez del agua del río Caplina, logrando una eficiencia del 79,36 %.

### **Conclusiones**

El presente estudio demuestra que el almidón de plátano es un coagulante natural altamente eficiente en la remoción de turbidez en el agua del río Caplina, alcanzando porcentajes de remoción superiores al 97,5% en todas las dosis evaluadas. En particular, la dosis de 0,6 g/100 ml se destacó como la más efectiva, logrando una remoción promedio del 98,02%, lo que evidencia su potencial para reducir significativamente las partículas suspendidas en aguas contaminadas. Esta alta eficiencia confirma que el almidón de plátano puede ser una alternativa natural, biodegradable y accesible para el tratamiento de aguas, lo cual resulta favorable frente a otros coagulantes químicos o naturales reportados en estudios previos, que alcanzaron menores porcentajes de remoción en condiciones similares.

Por otro lado, los análisis estadísticos realizados, que incluyeron pruebas de normalidad, homogeneidad de varianzas y análisis de varianza, validan la significancia de las diferencias observadas en los niveles de turbidez tras la aplicación de distintas dosis del coagulante. Los resultados indican que la dosis intermedia de 0,6 g/100 ml no solo fue la más eficiente, sino que también representa la cantidad óptima para obtener los mejores resultados sin desperdiciar recursos. La aplicación de estas pruebas confirma que el comportamiento de la muestra y la remoción de partículas son estadísticamente significativos, respaldando la recomendación de dicha dosis para futuras implementaciones en el tratamiento del agua del río Caplina. Asimismo, la efectividad del almidón de plátano en este contexto ratifica su potencial

como una solución sostenible, ecológica y de bajo costo, especialmente adecuada para comunidades rurales y áreas donde la infraestructura de tratamientos convencional es limitada o costosa. La facilidad de producción, disponibilidad local y su biodegradabilidad convierten a este biopolímero en una opción viable para contribuir a mejorar la calidad del agua de manera amigable con el medio ambiente y la salud pública. En conclusión, el uso del almidón de plátano como coagulante natural representa una alternativa efectiva para la remoción de turbidez en aguas superficiales contaminadas, y su aplicación controlada podría ser implementada en planes de manejo y tratamiento de agua que favorezcan la sostenibilidad y protección de los recursos hídricos en el río Caplina.

#### **Referencias Bibliográficas**

- Adco, L., Genix, R., Fuentes, D., & Ramos, R. (2024). Estudio de la aplicación del Aloe vera (L.) como coagulante para reducir la turbidez en el agua del río Caplina. *Sciencevolution*, 3(11), 38-46.
- Dávila, F. (2014). Determinación de los parámetros para la extracción de almidón del plátano bellaco (*Musa paradisiaca*). *Revista de investigación Universitaria*, 3(2).
- Davis, P., Shokouhian, M., & Ni, S. (2018). Loading estimates of lead, copper, cadmium and zinc in runoff from a parking lot and the effectiveness of porous pavement. *Water Research*.
- Guzmán, L., Villabona, Á., Tejada, C., & García, R. (2014, junio). *Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: Una revisión*.
- Herrera, M., Sánchez, G., Díaz, J., & Calderón, M. (2022). Comparativa de eficiencia en la remoción de turbidez en aguas superficiales del río Mashcón mediante la dosificación de almidón de *Solanum tuberosum*, mucílago de *Salvia hispánica* y *Opuntia ficus-indica* en la provincia de Cajamarca, 2022. *Proceedings of the 2nd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development*.
- Huallpa, R. (2023). Evaluación de la eficiencia de coagulantes en el tratamiento primario de las aguas residuales generadas en el centro de beneficio CEPCO Avícola EIRL.
- Paredes, F., Mamani, A., Tello, W., Cuenta, E. & Paniagua, M. (2024). Evaluación de la eficiencia de las semillas de *Moringa oleífera* y sulfato de aluminio como coagulantes para la mejora de la calidad del agua del río Caplina, Tacna. *Ciencia y Educación*, 5(7), 133-139.
- Paz, T., Cruz, P., Atencio, A., & Rebaza, T. (2022). Optimización de dos coagulantes naturales coadyuvados por hidróxido de sodio para la potabilización de aguas del río Caplina. *Revista Veritas et Scientia - UPT*, 11(1), <https://doi.org/10.47796/ves.v11i1.600>
- Ramos, W. (2019). *Remoción de la demanda bioquímica de oxígeno DBO en un reactor anaeróbico secuencial discontinuo tratando agua residual doméstica* (Bachelor's thesis).



Esta obra está bajo una licencia de **Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional**. Copyright © Luis Rodrigo Guillermo Alca Ticona.