



scienceevolution

ISSN: 2810-8728 (En línea)

3.11

JULIO - SEPTIEMBRE 2024

Artículo

38 - 46

ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL ALOE VERA (L.) COMO COAGULANTE PARA REDUCIR LA TURBIDEZ EN EL AGUA DEL RÍO CAPLINA

Reyfer Paniagua Ramos

ORCID: 0009-0007-0504-9291

Daniela Cosi Fuentes

ORCID: 0009-0007-0504-9291

Rusbell Jarro Genix

ORCID: 0009-0007-0504-9291

Luz Foraquita Adco

ORCID: 0009-0007-0504-9291

<https://revista.scienceevolution.com/>



ESTUDIO DE LA APLICACIÓN DEL ALOE VERA (L.) COMO COAGULANTE PARA REDUCIR LA TURBIDEZ EN EL AGUA DEL RÍO CAPLINA

STUDY OF THE APPLICATION OF ALOE VERA (L.) AS A COAGULANT TO REDUCE TURBIDITY IN THE WATER OF THE CAPLINA RIVER

Luz Delia Foraquita Adco¹

ldforaquita@unjbq.edu.pe

ORCID: [0009-0006-1336-5158](https://orcid.org/0009-0006-1336-5158)

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN. TACNA, PERÚ

Rusbell Saul Jarro Genix²

rsjarroq@unjbq.edu.pe

ORCID: [0009-0001-3623-6344](https://orcid.org/0009-0001-3623-6344)

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN. TACNA, PERÚ

Daniela Pierina Cosi Fuentes³

dcosif@unjbq.edu.pe

ORCID: [0009-0008-0133-0622](https://orcid.org/0009-0008-0133-0622)

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN. TACNA, PERÚ

Reyfer Hugo Paniagua Ramos⁴

rpaniaguar@unjbq.edu.pe

ORCID: [0009-0004-8476-3378](https://orcid.org/0009-0004-8476-3378)

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN. TACNA, PERÚ

Recepción 03 de Julio del 2024

Publicación: 02 de Agosto del 2024

RESUMEN

Este estudio investigó la eficacia del Aloe Vera (L.) como coagulante natural en la modificación de parámetros físico químicos del agua del río Caplina (Tacna, Perú) a diferentes concentraciones. Se comparó su efectividad en la remoción de la turbidez y su efecto en el pH del agua, con dosis 4, 8 y 12 ml, en un intervalo de tiempo de agitación de 10, 20 y 30 min. respectivamente con cada una de las muestras; los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis comparativo empleando pruebas estadísticas ANOVA para determinar la significancia de las diferencias con las dosis del coagulante. Los resultados revelaron que el coagulante de Aloe vera (L.), a una dosis óptima de 12 ml, posee mayor remoción de la turbidez del agua en comparación a las demás dosis, destacándose por su potencial como alternativa sostenible en la remoción de la turbidez y neutralización del pH, proporcionando una opción viable, así como eco amigable en el tratamiento de aguas.

Palabra clave: Aloe vera; concentraciones; coagulante natural; turbidez; remoción.

ABSTRACT

This study investigated the efficacy of Aloe Vera (L.) as a natural coagulant in the modification of physical and chemical parameters of water from the Caplina River (Tacna, Peru) at different concentrations. Its effectiveness in the removal of turbidity and its effect on the pH of the water was compared with doses of 4, 8 and 12 ml, in an agitation time interval of 10, 20 and 30 min. respectively with each of the samples; the results obtained were subjected to a comparative analysis using ANOVA statistical tests to determine the significance of the differences with the doses of the coagulant. The results revealed that the Aloe vera (L.) coagulant, at an optimal dose of 12 ml., has a higher water turbidity removal compared to the other doses, standing out for its potential as a sustainable alternative for turbidity removal and pH neutralization, providing a viable and eco-friendly option for water treatment.

Keyword: Aloe vera; concentrations; natural coagulant; turbidity; removal.



INTRODUCCIÓN

En definitiva, todos los seres humanos deben disponer de un abastecimiento seguro y satisfactorio de agua potable, libre de microorganismos y sustancias que afecten a la salud de sus consumidores (Hussain et al., 2019). Sin embargo, ello no siempre es posible debido a la turbidez del agua, la cual refleja el contenido de sustancias coloidales, minerales u orgánicas, que puede ser un indicio significativo de contaminación, lo que a su vez representa un riesgo microbiológico para la salud humana (Milojkovic et al., 2019).

En la región sur de Perú, el río Caplina enfrenta un problema crítico de la turbidez de sus aguas, donde la sedimentación y la contaminación han comprometido la calidad del recurso hídrico, afectando su disponibilidad para la comunidad local (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2023). Este problema tiene repercusiones directas en la salud humana, la agricultura y el ecosistema acuático; lo que resalta la urgencia de encontrar soluciones efectivas y sostenibles para su mitigación.

Se ha explorado el uso de la planta de Aloe vera (L.) (comúnmente conocida como sábila), como floculante para remoción de la turbidez de aguas superficiales (Segura, 2023). Según Ortega et al. (2022), el Aloe vera (L.) ha demostrado ser un floculante eficaz en la remoción de la turbidez, con la turbidez inicial, el pH y la conductividad eléctrica.

En este contexto, este estudio tiene como objetivo general, evaluar la eficiencia del Aloe vera (L.) como coagulante natural para mejorar la calidad del recurso hídrico del río Caplina, determinando las condiciones óptimas de dosificación y tiempo de agitación, y evaluando la factibilidad y rentabilidad de su producción a escala. Mientras que, como objetivos específicos buscamos determinar la eficiencia de la obtención del gel de Aloe vera a partir de la planta, evaluando la cantidad de pulpa y gel producido a partir de una cantidad específica de materia prima; evaluar el efecto del coagulante de Aloe vera (L.) en diferentes dosis (4, 8, 12 ml) y tiempos de agitación (10, 20 y 30 min,) sobre la remoción de la turbidez del agua del río Caplina, para identificar las condiciones óptimas de tratamiento, analizar la viabilidad económica y técnica de la producción a escala del coagulante de Aloe vera (L.), considerando los costos, disponibilidad de materia prima y beneficios ambientales y sociales.

MÉTODO

Recolección de la Muestra:

La muestra fue recolectada de la parte baja de Tacna, cuyas coordenadas son las siguientes:

Tabla 1

Coordenadas del punto de muestreo

Norte	Este
8005835.91	364630.87

Nota. La tabla 1 nos muestra las coordenadas del punto de ubicación de donde se obtuvo la muestra de la cuenca baja del Río Caplina.

La muestra fue recogida en una botella PET (tereftalato de polietileno) aproximadamente 2 L con la muestra del río Caplina, seguidamente fue llevado al laboratorio de guas-escuela profesional de ingeniería civil, ubicado dentro de las instalaciones de la universidad en donde se realizaron los análisis iniciales.

Obtención de la materia prima

Se recolectaron 500g. de la planta de Aloe vera, de los cuales se obtuvieron 320g. de pulpa. Esta pulpa fue licuada con 500 ml de agua destilada durante 20 segundos para preparar el coagulante.

Tabla 2

Concentración de coagulante natural de Aloe vera

Masa de Aloe vera	Cantidad de Agua destilada
320 g	500 ml





Dosificación de coagulante

Se realizó un diseño experimental factorial con dos factores, tres niveles y dos repeticiones donde se evaluó la influencia de la dosis de coagulante (4, 8 y 12 ml) y el tiempo de agitación (10, 20 y 30 min) sobre la turbidez del agua.

Tabla 3

Dosificación de coagulante

Concentración de coagulante natural de Aloe vera (ppm)	Dosis de coagulante natural para tratar 300 ml de agua del río Caplina
390244 ppm	4 ml
	8 ml
	12 ml

Nota. Para el análisis de datos, se utilizó el software estadístico Statgraphics.

Proceso de coagulación

El extracto de Aloe vera se añadió a las muestras de agua del río Caplina en concentraciones variables (4, 8, 12 ml), asegurando condiciones controladas de temperatura (20°C) y tiempos de agitación (10, 20 y 30 min). Este proceso promovió la aglomeración y precipitación de partículas en suspensión, mejorando la claridad del agua. Además, se realizaron análisis para medir la turbidez antes y después del tratamiento, así como evaluaciones fisicoquímicas del agua tratada, incluyendo pH, conductividad eléctrica y sólidos suspendidos totales.

Cálculo de rendimiento

Para calcular el rendimiento del coagulante, se utilizó la siguiente fórmula:

Ecuación 1

$$\text{Rendimiento (\%)} = \left(\frac{T_i - T_f}{T_i} \right) \times 100 \quad (1)$$

Donde:

Turbidez inicial(Ti): Turbidez del agua del río Caplina antes del tratamiento con Aloe vera.

Turbidez final(Tf): Turbidez del agua del río Caplina después del tratamiento con Aloe vera.

Este cálculo se realizó para cada muestra tratada con extracto de Aloe vera, replicando cada tratamiento 2 veces para garantizar la precisión de los resultados obtenidos (Aguilar et al., 2023).

Evaluación de la factibilidad y rentabilidad

La evaluación de la factibilidad y rentabilidad se llevó a cabo mediante un análisis comparativo de costos. Se desarrolló un estudio de costos a escala de producción que considera tanto el coagulante de Aloe vera como un coagulante convencional en contraste al sulfato de aluminio. Este análisis tuvo como objetivo principal identificar la viabilidad económica de utilizar el Aloe vera como alternativa sostenible en el tratamiento de agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 4 se observa los valores iniciales de los parámetros turbidez y pH del río caplina, donde se obtuvo una turbidez de 113.4 UNT y un pH de 4.17 siendo fuertemente ácido, ya que un pH inferior a 4.5 indica condiciones ácidas.

Tabla 4

Parámetros Iniciales del Río Caplina

Parámetros	Valor
pH	4.17
Turbidez (UNT)	113.4

Nota. Los presentes análisis fueron realizados en el laboratorio de aguas, en donde se utilizó el Phmetro y el turbidímetro.





Eficiencia de obtención del gel de Aloe vera a partir de la planta, evaluando la cantidad de pulpa y gel producido a partir de una cantidad específica de materia prima

- Cantidad de Aloe vera: 450 g
- Cantidad de pulpa de Aloe vera: 320g
- Cantidad de agua destilada: 500ml
- Gel producido: 800 ml

Eficiencia de obtención de pulpa de Aloe vera a partir de la planta

$$n = \frac{\text{masa obtenida}}{\text{masa inicial}} * 100\%$$

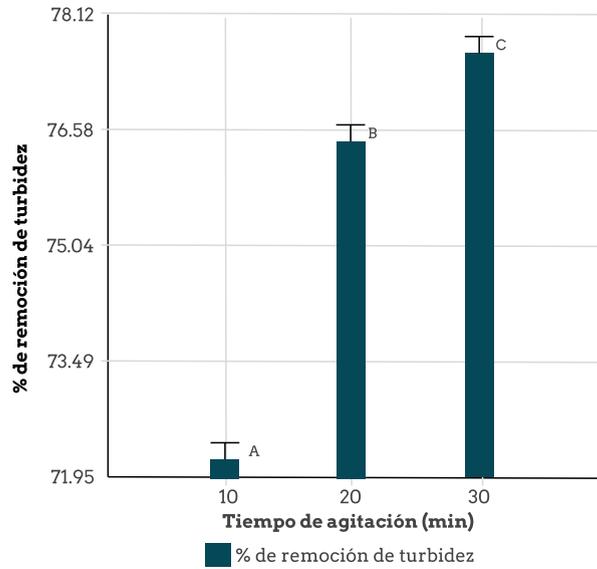
$$n = \frac{320\text{ g}}{500\text{ g}} * 100\%$$

$$n = 71.11\%$$

Efecto del coagulante de Aloe vera (L.) en diferentes dosis (4, 8 y 12 ml) y tiempos de agitación (10, 20 y 30 min) sobre la remoción de turbidez del agua del río Caplina, para identificar las condiciones óptimas de tratamiento

Gráfico 1

Gráfico de tukey sobre efecto del tiempo de agitación (min) en el % remoción de turbidez



En el gráfico 1 se observa que a medida que se incrementa el tiempo de agitación, el porcentaje de remoción de turbidez también aumenta. Eso sugiere que el tiempo de agitación para que el coagulante de Aloe remueva la turbidez del agua del río Caplina es un factor importante para mejorar la eficiencia.

Por otro lado, la agitación llega a ser efectiva hasta cierto punto, puesto que se obtiene una mejora significativa después de los 20 minutos.

Asimismo, considerando las diferencias entre los tiempos de agitación, se podría afirmar que la diferencia en el porcentaje de remoción entre 20 y 30 minutos es menor que entre 10 y 20 minutos, dando a entender que aunque más tiempo de agitación mejora la remoción de turbidez, el efecto llega a un punto donde podría ser el mismo.

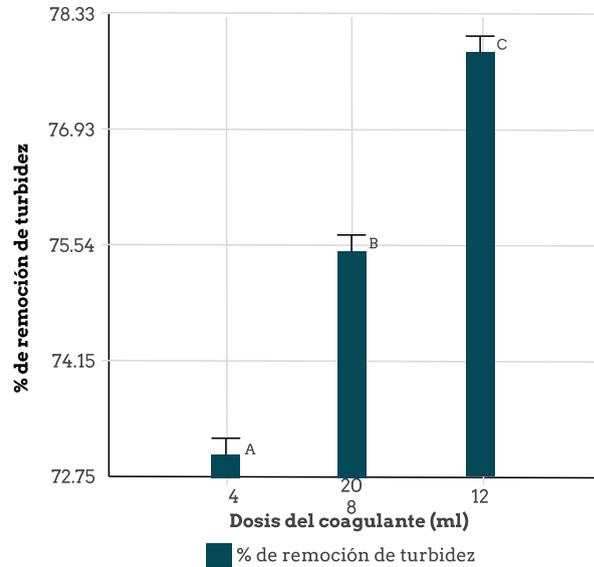
En conclusión, es más efectivo 20 minutos de agitación para mejorar la remoción de turbidez del agua.





Gráfico 2

Gráfico de tukey sobre efecto de dosis de coagulante (mil) en el % remoción de turbidez



En el gráfico 2 se observa que a medida que se incrementa la dosis de coagulante, el porcentaje de remoción de turbidez también aumenta. Eso explica que la cantidad de coagulante de Aloe vera es un factor importante para mejorar la eficiencia de remoción de turbidez del agua del río Caplina.

Por otro lado, es posible afirmar que las tres dosis de coagulante muestran un efecto positivo en la remoción de turbidez, con un porcentaje de remoción que varía de 88 a 92. En conclusión, las tres dosis aplicadas de coagulante son bastante influyentes sobre la remoción de turbidez, siendo más efectivo con dosis altas, pero considerando el costo de materia prima, lo adecuado sería aplicar 4 ml, al disminuir la cantidad de coagulante el resultado sigue siendo positivo significativamente.

Tabla 5

Comparación de las medias de remoción de turbidez en diferentes condiciones de tiempo de agitación y dosis de coagulante

Tiempo de agitación (min)	Dosis del coagulante (ml)	Medias	N	Error estándar	
10	4	68.42	2	0.40	A
10	8	72.74	2	0.40	B
20	4	74.65	2	0.40	B C
10	12	75.54	2	0.40	C D
30	4	75.95	2	0.40	C D
20	8	76.05	2	0.40	C D
30	8	77.52	2	0.40	D E
20	12	78.69	2	0.40	E
30	12	79.36	2	0.40	E

La tabla 5 presenta los resultados de un análisis de varianza utilizando la prueba de Tukey para comparar las medias de remoción de turbidez en diferentes condiciones de tiempo de agitación y dosis de coagulante.

Donde el tiempo de agitación (min) indica el tiempo en minutos durante el cual se agitó la muestra, la dosis del coagulante (ml) representa la cantidad de coagulante utilizada en mililitros y las medias (n), muestran el promedio de remoción de turbidez para cada combinación de tiempo y dosis, el error estándar indica la variabilidad de las medias, en este caso, es constante (0.40) para todas las combinaciones.





Las medias con una letra común no son significativamente diferentes, en el caso de la medias con la letra A (68.42) son significativamente diferentes de las que tienen la letra B (72.74). Las medias C, D y E son todas significativamente diferentes de A y B, pero no entre sí, lo que indica que, a partir de 20 minutos y dosis más altas de coagulante, la remoción de turbidez mejora, pero no hay diferencias significativas entre esas combinaciones.

En conclusión, a medida que aumenta el tiempo de agitación y la dosis de coagulante, la remoción de turbidez también aumenta. Las condiciones de 30 minutos de agitación con 12 ml de dosis de coagulante parecen ser las más efectivas, logrando un 79.36 % de remoción.

Como recomendación para maximizar la remoción de turbidez, se recomienda usar tiempos de agitación más largos y dosis de coagulante adecuadas, especialmente en las combinaciones que muestran resultados similares (C, D, E).

Tabla 6

Análisis de Varianza en función a las diferentes dosis de coagulante y tiempo de agitación sobre la remoción de turbidez

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	175.17	8	21.90	66.77	0.0001
A:Dosis de coagulante	70.02	2	35.01	106.75	0.0001
B:Tiempo de agitación	95.91	2	47.96	146.23	0.0001
AB	9.24	4	2.31	7.04	0.0075
Error total	2.95	9	0.33		
Total (corr.)	178.121	17			

R-cuadrada = 97.0371 por ciento

En la tabla 6 se puede observar que la variable independiente (dosis de coagulante) tiene un efecto significativo sobre la remoción de turbidez y se puede afirmar con un 95 % de confianza. Asimismo, la variable independiente (tiempo de agitación) ha tenido un efecto significativo sobre la variable de respuesta, remoción de turbidez, por otro lado, en AB, integración de ambas variables independientes también hay un efecto significativo sobre la remoción de turbidez, y eso se puede afirmar con un 95 % de confianza.

La ecuación del modelo ajustado:

Remoción turbidez = 56.3948 + 1.08369*Dosis + 1.06189*Tiempo - 0.001*Dosis² - .0231906*Dosis*Tiempo - 0.01519*Tiempo²

Viabilidad económica y técnica de la producción a escala del coagulante de Aloe vera, considerando costos, disponibilidad de materia prima y beneficios ambientales y sociales

Análisis de costos

Tabla 7

Costos de producción a escala del coagulante de Aloe vera en comparación con el sulfato de aluminio (coagulante químico)

Ateria prima	Cantidad de coagulante	Cantidad de agua para tratar con el coagulante producido	Valor económico de materia prima en soles (S/)	Valor económico de materia prima en dólares (USD)
Aloe vera	800 ml	133.3 l	0.2	0.053
Sulfato de aluminio	1000 ml	166.7 l	0.2	0.053

Nota: El valor económico se ha estandarizado a la moneda norteamericana expresada en USD debido a su mayor uso en el mercado internacional y se actualizó a julio del 2024 utilizando el tipo de cambio presentado por Banco Central de Reserva del Perú, equivalente a S/3.790. (Banco Central De Reserva Del Perú [BCRP], 2024)





DISCUSIÓN

Alta eficiencia del Aloe vera para la remoción de la turbidez del agua

Los resultados muestran que el Aloe vera tiene una capacidad notable para reducir la turbidez del agua, alcanzando una eficiencia de remoción del 94.4%. Este hallazgo es consistente con estudios previos que destacan la efectividad del Aloe vera en la coagulación de partículas coloidales gracias a sus polisacáridos naturales (Sandoval Saldaña, 2020; Benalia et al., 2021).

La remoción de turbidez obtenida en este estudio es comparable a los resultados reportados en la presa Legedadi en Etiopía, donde se alcanzó una eficiencia del 98% (Nigussie & Habtu, 2023). Esto sugiere que el Aloe vera puede ser eficaz en diferentes condiciones de agua y entornos geográficos (Yéwègnon et al., 2016; Katubi et al., 2021).

Parámetros críticos del proceso de coagulación

- **Importancia de la dosis y el tiempo de agitación:** Los experimentos demostraron que la concentración del Aloe vera y el tiempo de agitación son factores clave para la optimización del tratamiento. Ajustes precisos en estos parámetros pueden maximizar la eficiencia de la remoción de turbidez (Camarena Flores, 2022).
- **Influencia del pH en la coagulación:** Se observó que la eficiencia del Aloe vera como coagulante está estrechamente relacionada con el pH del agua tratada. Mantener el pH dentro de un rango óptimo es crucial para asegurar la máxima efectividad del tratamiento (Calderón Moran et al., 2023; Ortega et al., 2022).

Desafíos y consideraciones prácticas

- **Decoloración del agua tratada:** Aunque el Aloe vera es bastante eficaz en la remoción de turbidez Jhorvys (2018), se observó una ligera decoloración del agua tratada. Este efecto podría ser un inconveniente en aplicaciones donde la apariencia del agua es importante, y deberá ser considerado en futuros estudios y aplicaciones prácticas.
- **Producción y disponibilidad del Aloe vera en el Perú:** La producción extensiva de Aloe vera en el Perú enfrenta desafíos debido a la falta de un gremio de agricultores especializados y los altos costos de producción. No obstante, iniciativas recientes para cultivar Aloe vera en la selva peruana prometen mejorar la disponibilidad y reducir costos, lo que podría facilitar su uso a gran escala (Vasquez Torres, 2020).

Implicaciones y Futuras Investigaciones

- **Potencial para otros tratamientos de agua:** Además de reducir la turbidez, el Aloe vera también muestra potencial para la remoción de otros contaminantes, como la alcalinidad total. Esto podría ampliar su aplicación en diversos contextos de tratamiento de aguas residuales y crudas. Como también en una combinación de coagulantes genera un mejor desempeño en la eliminación de turbidez (Figueiredo et al., 2022).
- **Necesidad de estudios adicionales:** Para aprovechar plenamente los beneficios del Aloe vera como coagulante, es necesario realizar más investigaciones que optimicen las condiciones de coagulación (Tucanes Noguera, 2019), y exploren su eficacia en diferentes tipos de agua y niveles de contaminación. A su vez ejecutar un sistema de tratamiento con el uso de coagulantes naturales (Razuri Malqui, 2017).
- **Impacto económico y ambiental:** La implementación exitosa del Aloe vera como coagulante natural no solo podría mejorar la calidad del agua en regiones específicas, sino también contribuir a la sostenibilidad ambiental y proporcionar beneficios económicos a las comunidades agrícolas locales.





CONCLUSIONES

Eficiencia del Aloe Vera L como coagulante

El coagulante natural derivado de Aloe vera demostró ser altamente efectivo en la remoción de turbidez del agua del río Caplina. A una dosis de 12 ml y un tiempo de agitación de 30 minutos, se alcanzó una remoción de turbidez del 79.36 %, evidenciando la capacidad superior de este coagulante en comparación con dosis menores y tiempos de agitación más cortos. Estos resultados confirman que Aloe vera es una alternativa viable y eficiente frente al sulfato de aluminio en términos de reducción de turbidez.

Condiciones óptimas de tratamiento

Los datos estadísticos indican que la combinación óptima para la remoción de turbidez se alcanza con 12 ml de coagulante y un tiempo de agitación de 20 minutos. Aunque el aumento de la dosis y del tiempo de agitación contribuye a una mayor remoción, los beneficios adicionales son marginales después de alcanzar los 20 minutos de agitación. Esto sugiere que un tiempo de 20 minutos es suficiente para maximizar la eficiencia del Aloe vera sin incurrir en costos adicionales innecesarios.

Análisis de rentabilidad

La evaluación económica revela que el costo del coagulante de Aloe vera es comparable al del sulfato de aluminio, con un costo total de 0.2 soles (0.054USD) para tratar cantidades similares de agua. Además, la producción del coagulante de Aloe vera (L.) es económicamente viable y sostenible, considerando la disponibilidad local y los beneficios ambientales de utilizar un coagulante natural frente a opciones químicas.

Viabilidad técnica y económica

La factibilidad técnica del Aloe Vera L como coagulante natural se respalda por su alta eficiencia en la remoción de turbidez y el bajo costo de producción. La planta de Aloe vera, con un rendimiento del 71.11 % de pulpa obtenida, muestra un potencial significativo para su uso a escala, destacándose como una alternativa ecológica y económica para el tratamiento de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, A. E., & Cruz, K. M. (2023). Reducción de la turbidez del agua mediante la aplicación del coagulante natural de aloe vera L. (sábila) de la cuenca baja del Río Rímac, Chosica, 2022. [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. *Repositorio de la Universidad Privada del Norte*. <https://hdl.handle.net/11537/35071>

Autoridad Nacional del Agua (ANA) (2023). Diagnóstico de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales en la Cuenca Caplina e Intercuenca 13155: Diciembre, 2020. Autoridad Nacional del Agua. Lima, Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12543/5465>

Banco Central De Reserva Del Perú BCRP (2024). Tipo de cambio - promedio del periodo. Data Banco Central De Reserva Del Perú. <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/mensuales/resultados/PN01209PM/html/2024-1/2024-6/>

Benalia, A., Derbal, K., Khalfaoui, A., Bouchareb, R., Panico, A., Gisonni, C., Crispino, G., Pirozzi, F., & Pizzi, A. (2021). Use of Aloe vera as an Organic Coagulant for Improving Drinking Water Quality. *Water*, 13(15). <https://doi.org/10.3390/w13152024>

Calderón Moran, M. A., Castaneda Pérez, J. M., & Domínguez Palacios, L. S. (2023). Diseño de proceso para la obtención de un coagulante natural a partir de la sábila o aloe vera (*Barbadensis miller*) para ser aplicado en el tratamiento primario de aguas residuales domésticas en la reducción de los parámetros turbidez y DBO5 [Título Profesional, Universidad De El Salvador]. *Sistema bibliotecario Universidad De El Salvador*. <https://oldri.ues.edu.sv/id/eprint/30726/>

Camarena Flores, J. (2022). Influencia de la concentración de Aloe vera, tiempo de coagulación y tiempo de floculación en la disminución de la demanda bioquímica de oxígeno en el tratamiento de agua residual doméstica [TESIS, Universidad Nacional Del Centro Del Perú]. *Repositorio de la Universidad Nacional Del Centro Del Perú*. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/7732>

Figueiredo, F. F., De Souza Freitas, T. K. F., Dias, G. G., Geraldino, H. C. L., Scandellai, A. P. J., Vilvert, A. J., & Garcia, J. C. (2022). Textile-effluent treatment using Aloe vera mucilage as a natural coagulant prior to a photo-Fenton reaction. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 429, 113948. <https://doi.org/10.1016/j.jphotochem.2022.113948>





Hussain, S., Ghouri, A. S., & Ahmad, A. (2019). Pine cone extract as natural coagulant for purification of turbid water. *Heliyon*, 5(3), e01420.

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

Jhorvys, V. (2018). Eficacia de un coagulante a base de aloe vera para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas. Moyobamba, 2018 [Tesis de Título, Universidad César Vallejo]. *Repositorio de la Universidad César Vallejo*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31614>

Katubi, K. M., Amari, A., Harharah, H. N., Eldirderi, M. M., Tahoon, M. A., & Ben Rebah, F. (2021). Aloe vera as Promising Material for Water Treatment: A Review. *MDPI*, 9(5), 782.

<https://doi.org/10.3390/pr9050782>

Miljojckovic, D., Trepsic, I., & Milovancevic, M. (2019). Assessment of physical and chemical indicators on water turbidity. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 527(121171).

<https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.121171>

Nigussie, Z., & Habtu, N. G. (2023). Performance evaluation of biocoagulant for the effective removal of turbidity and microbial pathogens from drinking water. *Journal of Water and Health*, 21(9), 1158-1176.

<https://doi.org/10.2166/wh.2023.059>

Ortega, E. L. R., Cierito, L. E. O., Vega-Guevara, M. R., Angulo-Romero, A., Ruiz-Huaman, C. M., Curo, G. G., & Dumont, J. R. D. (2022). Aloe Vera (L.) como floculante para remoción de turbidez de aguas superficiales. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 62(3), 526-545.

<http://iaes.edu.pe/iaespro/ojs/index.php/bmsa/article/view/508>

Razuri Malqui, K. E. (2017). "Disminución del contenido de la DBO5 y la DQO mediante coagulantes naturales (Aloe Vera L. y Opuntia ficus indica) en las aguas del canal de regadío E-8 Chuquitanta - San Martín de Porres" [Título Profesional, Universidad César Vallejo].

Repositorio de la Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3588>

Sandoval Saldaña, D. A. (2020). Revisión sistemática: Tipos de coagulantes vegetales para tratamiento de aguas residuales de colorantes textiles. [Título Profesional, Universidad César Vallejo]. *Repositorio de la Universidad César Vallejo*.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/57965>

Segura, L. A. (2023). Aloe vera y Caesalpinia spinosa para la remoción de turbidez en aguas residuales del sector azucarero [Título Profesional, Universidad Privada del Norte]. *Repositorio de la Universidad Privada del Norte*.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/33898>

Tucanes Noguera, M. B. (2019). Uso de gel de sábila (Aloe Vera) y nopal (Opuntia ficus-indica) como floculantes naturales para la clarificación de jugo de caña en la elaboración de panela [Trabajo de Titulación, Universidad Politécnica Estatal del Carchi]. *Repositorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi*.

<http://181.198.77.137:8080/jspui/handle/123456789/878>

Vasquez Torres, R. J. (2020). Cultivo en macetas de Aloe vera L. «sábila» y los indicadores económicos en Iquitos—Loreto, 2017. [Título Profesional, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. *Repositorio de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana*.

<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6841>

Yêwègnon, N., Philippe, S., Abdoukarim, A., & Dominique, C. (2016). Evaluation of Aloe vera leaf gel as a Natural Flocculant: Phytochemical Screening and Turbidity removal Trials of water by Coagulation flocculation. *Researchgate*, 4(1), 1-9.

https://www.researchgate.net/publication/289521797_Evaluation_of_Aloe_vera_leaf_gel_as_a_Natural_Flocculant_Phytochemical_Screening_and_Turbidity_removal_Trials_of_water_by_Coagulation_flocculation

