

Evaluación del coagulante-floculante natural de Aloe Vera en aguas residuales

Evaluation of the natural Aloe Vera-based coagulant-flocculant in wastewater

Brisabeth Paola Florez Cala¹ , Darwin Aima Cruz¹  & Uriel Raúl Fernández Bernaola¹ 

¹Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo reducir la turbidez y los sólidos suspendidos totales de las aguas residuales provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Sicuani - Cusco, mediante el uso de un coagulante-floculante a base de Aloe vera, con el fin de mejorar la calidad del efluente tratado. El principal objetivo del estudio fue determinar la dosis óptima de Aloe vera para maximizar la reducción de turbidez y sólidos suspendidos totales durante el proceso de tratamiento del efluente. Se desarrolló un estudio experimental a nivel de laboratorio utilizando el test de jarras, en el que se aplicaron dosis de Aloe vera en tres formas distintas: polvo, diluido y licuado. Las dosis probadas fueron: polvo (0.3 g/L, 0.35 g/L y 0.4 g/L), diluido (5 ml/L, 10 ml/L y 15 ml/L) y licuado (5 ml/L, 10 ml/L y 15 ml/L). Posteriormente, se evaluó la eficiencia del coagulante-floculante analizando los porcentajes de reducción de turbidez y sólidos suspendidos después de la etapa de sedimentación. Los resultados mostraron que el tratamiento con polvo (0.35 g/L) logró una reducción del 43.58% en turbidez y del 61.22% en sólidos suspendidos totales (SST). Al usar la versión diluida (5 mL/L), la eficiencia aumentó a 51.93% en turbidez y 67.34% en SST, mientras que el tratamiento licuado (10 mL/L) alcanzó el 55.92% de remoción de turbidez pero presentó una ligera disminución en SST (53.06%). Estos datos indican que la formulación diluida (5 mL/L) fue la más efectiva para reducir SST, mientras que la licuada (10 mL/L) obtuvo el mejor desempeño en la disminución de turbidez. En conclusión, el Aloe vera demostró ser un coagulante-floculante eficaz para mejorar la calidad de las aguas residuales tratadas en la PTAR-Sicuani, estableciendo una base sólida para futuras aplicaciones y optimización del proceso.

Palabras clave: *Aloe vera, Coagulante-floculante, Turbidez, Sólidos suspendidos totales.*

Abstract

The present research aimed to reduce turbidity and total suspended solids in wastewater from the Sicuani Wastewater Treatment Plant (PTAR), located in Cusco, through the use of an Aloe vera-based coagulant-flocculant, with

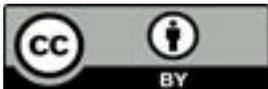
Autor correspondiente:

Brisabeth Paola Florez Cala
183373@unsaac.edu.pe

Citar como: Florez Cala, B., Aima Cruz, D., & Fernández Bernaola, U. (2024). Evaluación del Coagulante-Floculante Natural de Aloe vera en Aguas Residuales. *Ambiente, Comportamiento y Sociedad*, 7(2), 25 - 35. <https://doi.org/10.51343/racs.v7i2.1512>

Recibido: 03 de noviembre de 2024

Aceptado: 30 de mayo de 2025



©Los autores. Este artículo es publicado por la revista Ambiente, Comportamiento y Sociedad (RACS) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original.

the goal of improving the quality of the treated effluent. The main objective of the study was to determine the optimal dose of Aloe vera to maximize the reduction of turbidity and total suspended solids during the effluent treatment process. An experimental laboratory study was conducted using the jar test method, in which Aloe vera was applied in three different forms: powder, diluted, and blended. The tested doses were as follows: powder (0.3 g/L, 0.35 g/L, and 0.4 g/L), diluted (5 mL/L, 10 mL/L, and 15 mL/L), and blended (5 mL/L, 10 mL/L, and 15 mL/L). Subsequently, the efficiency of the coagulant-flocculant was evaluated by analyzing the percentage reduction of turbidity and suspended solids later to the sedimentation stage. The results showed that the treatment with powder (0.35 g/L) achieved a 43.58% reduction in turbidity and 61.22% in TSS. When using the diluted solution (5 mL/L), efficiency increased to 51.93% in turbidity and 67.34% in TSS, while the blended solution (10 mL/L) reached 55.92% turbidity removal but showed a slight decrease in TSS reduction (53.06%). These results indicate that the diluted solution (5 mL/L) was the most effective for TSS reduction, while the blended solution (10 mL/L) performed best in reducing turbidity. In conclusion, Aloe vera proved to be an effective coagulant-flocculant for improving the quality of wastewater treated at the Sicuani PTAR, providing a solid foundation for future applications and process optimization.

Keywords: Aloe vera, Coagulant-flocculant, Turbidity, Total suspended solids.

Introducción

En el Perú, al igual que en muchos países del mundo, uno de los problemas ambientales más recurrentes es la contaminación de las aguas por efluentes provenientes de actividades comerciales, industriales y domésticas, que son vertidos sin tratamiento adecuado en ríos, lagunas y otros cuerpos de agua. Esta problemática no solo afecta los ecosistemas, sino también la salud de las comunidades, pues muchas de estas aguas residuales contienen contaminantes como sólidos suspendidos, materia orgánica y microorganismos patógenos (Moreno, 2003).

En la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Sicuani, el tratamiento del agua cuenta con varias etapas, como de las lagunas anaerobias, filtración, sedimentación, desinfección y tratamiento de lodos. No obstante, estos tratamientos suelen apoyarse en el uso de coagulantes químicos, como el sulfato de aluminio y el cloruro férrico que son los más utilizados, pero según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2017) son productos o agentes químicos que a largo plazo pueden producir problemas en la salud como el cáncer. En respuesta a esta problemática, se ha incrementado el interés por el uso de coagulantes naturales en el tratamiento de aguas, debido a su bajo impacto ambiental, disponibilidad local y menor toxicidad en comparación con los coagulantes químicos convencionales como el sulfato de aluminio o el cloruro férrico. Entre estos coagulantes naturales, el Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) ha sido ampliamente estudiado por sus propiedades mucilaginosas, atribuidas a la presencia de polisacáridos como el acemanano,

glucomanano, galactoglucoarabinomananos, entre otros. En particular, en los últimos años ha despertado gran interés el acemanano (β -(1-4)-manano O-acetilado), considerado el principal componente activo del Aloe vera. Este polisacárido mucilaginoso contiene grupos funcionales como carboxilos e hidroxilos, los cuales favorecen los procesos de coagulación-floculación mediante mecanismos de adsorción y neutralización de cargas. (Vila & Guinea, 2001).

Investigaciones recientes han validado la eficacia del Aloe vera en la remoción de turbidez, sólidos suspendidos y carga orgánica en aguas residuales. Por ejemplo, (Benalia A, 2021) lograron una remoción de hasta 88% de turbidez en aguas potables utilizando Aloe vera como coagulante. Asimismo, (Muruganandam, y otros, 2017) demostraron una eficiencia del 52.6% en la remoción de sólidos utilizando extractos vegetales. De igual forma, (Huaman, 2022) evidenció que el Aloe vera puede mejorar los procesos terciarios de tratamiento en la PTAR de Jauja. En otro estudio, (Razuri Malqui, 2017) demostró que la combinación de Aloe vera con *Opuntia ficus indica* mejora significativamente la remoción de DBO5 y DQO, mientras que (Chavesta Saavedra & Velásquez Peña, 2020) reportaron mejoras en la calidad del agua doméstica residual con el uso exclusivo de Aloe vera.

Este estudio tiene como objetivo evaluar la eficiencia del coagulante-floculante natural de Aloe vera en diferentes formas (polvo, diluido y licuado) para la remoción de turbidez y sólidos suspendidos totales (SST) en las aguas tratadas de la PTAR de Sicuani. El enfoque se fundamenta en principios de química ambiental y tecnologías sostenibles de tratamiento, buscando aportar evidencia científica que respalde su aplicación a escala local en zonas con recursos limitados.

Materiales y Métodos

La investigación es de tipo experimental y utiliza un diseño completamente al azar (DCA), en el que los tratamientos se asignan aleatoriamente a las unidades experimentales, sin controlar factores externos. Este diseño busca eliminar sesgos, permitiendo que las diferencias observadas se deban únicamente a los tratamientos aplicados (Montgomery, 2012).

Materiales

Se utilizaron los siguientes materiales durante el desarrollo de la investigación: equipo de prueba de jarras (DAIHAN SCIENTIFIC JT-M6C), turbidímetro (LUTRON TU 2016), pH-metro (LUTRON YK-2001 PHA), estufa (KYNTEL KV45F), balanza analítica (EUROTECH FSF-A2204), papel filtro, material de vidrio, agua destilada y Aloe vera fresca.

Recolección y Manejo de Muestras

Las muestras de agua residual se recolectaron directamente de la salida de las lagunas anaerobias, antes de los filtros percoladores de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de Sicuani. Para garantizar la calidad y representatividad de las muestras, estas fueron almacenadas en recipientes estériles con capacidad de 10

litros. Posteriormente, se transportaron en un contenedor refrigerado a 4 °C con el objetivo de preservar sus características físico-químicas y evitar alteraciones durante el traslado al laboratorio. Las muestras fueron de tipo simple, y su recolección se basó en el protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas y municipales (MINAM, 2013).

Preparación del Coagulante-Floculante

Para el primer método (polvo), las hojas frescas de Aloe vera fueron lavadas cuidadosamente con agua destilada para eliminar cualquier tipo de impureza externa, se retiró la corteza, extrayendo únicamente el mucílago interno, el cual fue sometido a un proceso de deshidratación en una estufa a 50 °C durante 12 horas. Una vez seco, el mucílago se pulverizó hasta obtener un polvo fino, listo para su uso como coagulante-floculante. El polvo fue tamizado con una malla N.º 120, obteniéndose un tamaño de partícula menor a 125 µm.

Para el segundo método (diluido), se tomó una cantidad de 10 g del polvo obtenido en el paso anterior y se mezcló con 1 litro de agua destilada, la mezcla se agitó a 150 rpm durante 10 minutos en un agitador para garantizar una disolución uniforme y finalmente, la solución fue filtrada para eliminar cualquier residuo sólido presente y obtener un líquido homogéneo.

Para el tercer método (licuado), se utilizaron 100 g de mucílago fresco de Aloe vera y 500 ml de agua destilada ambos ingredientes se licuaron hasta obtener una mezcla uniforme, la mezcla fue filtrada para eliminar partículas grandes y preparar un coagulante-floculante listo para su aplicación.

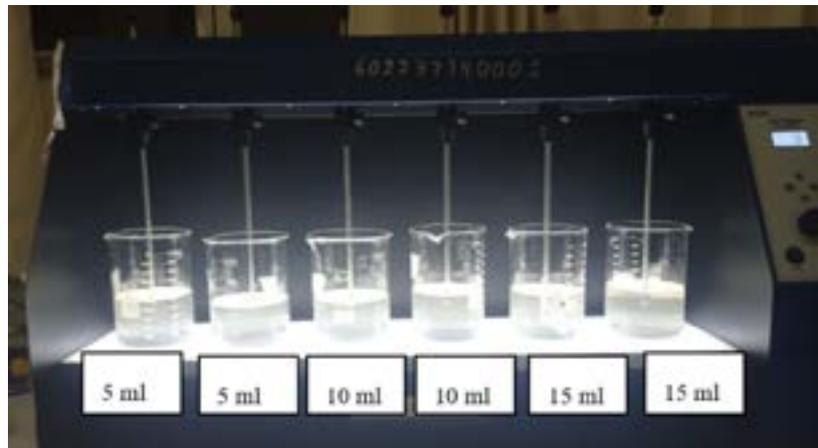
Procedimiento Experimental

Para la prueba de jarras, se añadieron 500 ml de agua residual a cada compartimento y se aplicaron tres dosis distintas de coagulante: 0.3 g/L, 0.35 g/L y 0.4 g/L para el polvo; y 5 ml/L, 10 ml/L y 15 ml/L para las formas diluida y licuada. Cada tratamiento se realizó por duplicado para garantizar la reproducibilidad y confiabilidad de los resultados obtenidos.

El procedimiento incluyó una agitación inicial rápida a 100 rpm durante 1 minuto para promover la coagulación, seguida de una agitación lenta a 30 rpm durante 20 minutos para favorecer la formación de flóculos. Posteriormente, las muestras se dejaron sedimentar durante 30 minutos antes de proceder a las mediciones correspondientes. La Figura 1 muestra el proceso experimental de la prueba de jarras utilizando Aloe vera en su forma diluida.

Figura 1

Prueba de jarras con el Aloe vera diluido



Medición de Parámetros

Turbidez: La turbidez se midió antes y después del tratamiento utilizando un turbidímetro.

Sólidos suspendidos totales (SST): Para determinar los SST, se filtraron 100 ml de agua tratada a través de papel filtro previamente pesados. Los filtros se secaron y se pesaron nuevamente para calcular el contenido de sólidos suspendidos.

pH: Los valores de pH inicial y final se registraron empleando un pH-metro, asegurando que se mantuvieran dentro de los rangos aceptables.

$$\text{Eficiencia de disminución (\%)} = \frac{C_0 - C_f}{C_f} \times 100 \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

C₀: Concentración inicial (NTU y/o mg/L)

C_f: Concentración final (NTU y/o mg/L)

Esta ecuación permitió evaluar la reducción significativa de turbidez y sólidos suspendidos totales (SST) en las pruebas realizadas.

Se evaluaron las dosis de Aloe vera en tres formas (polvo, diluido y licuado) utilizando el test de jarras, en la Tabla 1 se presentan los resultados de eficiencia de remoción de turbidez y sólidos suspendidos totales obtenidos con las diferentes dosis de Aloe vera en sus tres formas:

Tabla 1*Resultados*

Método	Dosis	Turbiedad (NTU)	SST	% eficiencia (NTU)	% eficiencia (SST)
Polvo	0.3 g	20.845	35	41.23	28.57
	0.35 g	20.01	19	43.59	61.22
	0.4 g	20.695	26	41.65	46.94
Diluido	5 ml	17.05	16	51.93	67.35
	10 ml	17.83	20	49.73	59.18
	15 ml	17.6	21	50.38	57.14
	5 ml	20.43	37	42.40	24.49
Licuado	10 ml	15.635	23	55.92	53.06
	15 ml	16.7	30	52.92	38.78

Nota. Resultados obtenidos de las pruebas experimentales realizadas en laboratorio con Aloe vera como coagulante-floculante.

Las eficiencias de reducción para cada tratamiento y dosis evaluada mostradas en la Tabla 1, se observa, el tratamiento en forma diluida con una dosis de 5 ml/L presentó la mayor eficiencia en términos de reducción de turbidez y SST, superando a las otras formas de aplicación.

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis estadístico para evaluar la eficiencia de los tratamientos con Aloe vera en la reducción de turbidez (NTU) y sólidos suspendidos totales (SST), utilizando el valor p para determinar la significancia de las diferencias observadas. Además, se validaron las hipótesis, donde H_0 representa la hipótesis nula y H_1 la hipótesis alterna.

La Tabla 2 muestra la regla de decisión aplicada para evaluar la significancia estadística de los tratamientos con Aloe vera respecto a la turbidez y los SST.

Tabla 2*Regla de decisión para la turbiedad y los SST*

<i>T1: Aloe vera polvo</i>	<i>T2: Aloe vera diluida</i>	<i>T3: Aloe vera licuada</i>
<i>H0: P_value >= 0.05</i>	<i>H0: P_value >= 0.05</i>	<i>H0: P_value >= 0.05</i>
<i>H1: P_value < 0.05</i>	<i>H1: P_value < 0.05</i>	<i>H1: P_value < 0.05</i>

Nota. Resultados obtenidos de las pruebas experimentales realizadas en laboratorio con Aloe vera como coagulante-floculante.

Donde:

HE: El coagulante-floculante natural de Aloe vera tiene influencia en la remoción de la turbiedad y los sólidos suspendidos de las aguas residuales de la PTAR de Sicuani.

Planteamiento de hipótesis estadística primer tratamiento.

H0: La eficiencia de remoción de la turbiedad y SST son iguales.

H1: Por lo menos alguna eficiencia de remoción de la turbiedad y los SST es diferente de las demás.

Se realizó un análisis estadístico para comparar las medias de turbidez y SST entre las diferentes formas de Aloe vera (polvo, diluido y licuado) y sus respectivas dosis. El valor P se usa para determinar si la diferencia observada entre las medias es estadísticamente significativa. Un valor P menor a 0.05 indica que se rechaza la hipótesis nula (H0), lo que sugiere que hay una diferencia significativa entre los tratamientos.

El análisis se centró en comparar las medias de turbidez y SST para las diferentes formas de Aloe vera (polvo, diluido y licuado) y sus respectivas dosis.

En la Tabla 3 se indican los valores de significancia (valor P) obtenidos en la comparación de eficiencias entre tratamientos.

Tabla 3

Valor de P para cada tratamiento

	T1: Aloe vera polvo	T2: Aloe vera diluida	T3: Aloe vera licuada
%R_turb	Valor-P 0.34	Valor-P 0.295	Valor-P 0.0123
%R_SST	Valor-P 0.043	Valor-P 0.4648	Valor-P 0.0139

Nota. %R_turb corresponde al porcentaje de reducción de turbidez y %R_SST al porcentaje de reducción de sólidos suspendidos totales, ambos evaluados según la dosis de Aloe vera utilizada en cada tratamiento.

Turbidez:

T1 (Aloe vera en polvo): El valor P es 0.34, que es mayor que 0.05, por lo que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula. Esto significa que no hay diferencia significativa en la eficiencia de remoción de turbidez con el Aloe vera en polvo entre las dosis probadas.

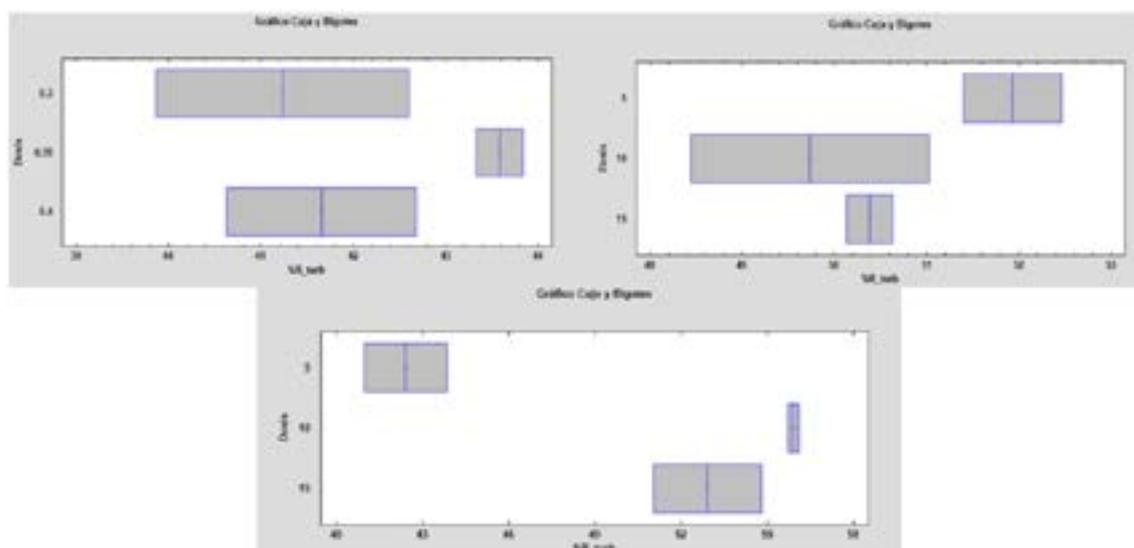
T2 (Aloe vera diluida): El valor P es 0.295, lo que también es mayor que 0.05. Esto indica que no hay una diferencia significativa en la eficiencia de remoción de turbidez para el Aloe vera diluido en comparación con las dosis probadas.

T3 (Aloe vera licuado): El valor P es 0.0123, que es menor que 0.05. Esto significa que hay una diferencia significativa en la eficiencia de remoción de turbidez para el Aloe vera licuado, lo que indica que al menos una de las dosis difiere en su eficacia para remover turbidez.

La Figura 2 representa un diagrama de caja y bigotes que ilustra la distribución de los porcentajes de remoción de turbidez para cada uno de los tratamientos evaluados.

Figura 2

Gráfico de caja y bigotes para el % de remoción de la turbiedad



Nota. Representación gráfica del proceso o resultados experimentales con el uso de Aloe vera.

Los tres tratamientos muestran variabilidad en la remoción de turbidez, para el tratamiento en polvo teniendo una distribución más concentrada en valores bajos, el tratamiento diluido mostrando una mayor dispersión y el tratamiento licuado siendo más consistente en los valores intermedios.

Sólidos suspendidos totales:

T1 (Aloe vera en polvo): El valor P es 0.043, que es menor que 0.05. Esto sugiere que existe una diferencia significativa en la eficiencia de remoción de SST para el Aloe vera en polvo entre las diferentes dosis probadas.

T2 (Aloe vera diluida): El valor P es 0.4648, que es mayor que 0.05, lo que indica que no hay una diferencia significativa en la eficiencia de remoción de SST para el Aloe vera diluido.

T3 (Aloe vera licuado): El valor P es 0.0139, que es menor que 0.05. Esto sugiere que existe una diferencia significativa en la eficiencia de remoción de SST para el Aloe vera licuado.

Discusión

Los resultados de este estudio evidencian que el Aloe vera, en sus diferentes formas de aplicación, es un coagulante-floculante eficaz para el tratamiento de aguas residuales, logrando reducciones significativas de turbidez y SST. La formulación licuada (10 mL/L) mostró la mayor eficiencia en la remoción de turbidez (55.92%), mientras que la diluida (5 mL/L) fue la más eficaz en la remoción de sólidos suspendidos totales (67.34%).

Estos resultados concuerdan con (Benalia A, 2021), quienes reportaron una remoción de turbidez superior al 80% con Aloe vera líquida, aunque la eficiencia puede variar según la calidad del agua tratada. De manera similar, (Muruganandam, y otros, 2017) demostraron que los coagulantes vegetales tienen una capacidad notable de aglomerar partículas finas gracias a su carga superficial y alta viscosidad, favoreciendo la formación de flóculos estables. (Razuri Malqui, 2017) también destacó que el Aloe vera, al combinarse con otros biopolímeros como la Opuntia, mejora aún más la eficiencia del proceso, lo que sugiere una combinación prometedora para futuras investigaciones.

Desde el punto de vista químico, la eficacia del Aloe vera se explica por su alto contenido de polisacáridos, como el glucomanano y el acemanano, los cuales presentan grupos funcionales (carboxilo, hidroxilo, amida) (Vila & Guinea, 2001) capaces de interactuar electrostáticamente con las partículas coloidales del agua residual.

Además, estudio como el de (Ortega Gonzales, 2020) ha demostrado que los coagulantes naturales no solo son efectivos, sino también biodegradables y seguros para la salud humana, a diferencia de los coagulantes químicos convencionales que pueden dejar residuos peligrosos, como el aluminio residual, relacionado con enfermedades neurodegenerativas (Flaten, 2001).

En este contexto, la eficiencia estadísticamente significativa observada en este estudio para las formas de Aloe vera en polvo y licuado (valores $p < 0.05$), refuerza la viabilidad técnica de su uso en PTAR rurales. Sin embargo, el comportamiento no significativo del tratamiento diluido en términos de SST sugiere que es necesario optimizar su concentración o mejorar su homogeneidad.

Asimismo, los resultados se alinean con los de (Huaman, 2022), quien aplicó Aloe vera en el tratamiento terciario de la PTAR de Jauja con mejoras considerables en la calidad del efluente. Por otra parte, estudios como el de (Chavesta Saavedra & Velásquez Peña, 2020) refuerzan la idea de que el Aloe vera puede ser una alternativa eficaz y económica para pequeñas comunidades.

Este estudio ofrece una alternativa sostenible, económica y localmente viable para el tratamiento de aguas residuales en regiones como Sicuani. A futuro, se podría evaluar el uso del Aloe vera combinado con otros materiales como la zeolita o el quitosano, para mejorar su capacidad de tratamiento y ampliar su aplicación en la eliminación de metales pesados o nutrientes presentes en el agua residual.

Declaración de Conflicto de Intereses

Los autores declaran no presentar ningún tipo de conflicto de intereses.

Referencias

- Benalia A, D. K. (2021). *Use of Aloe vera as an Organic Coagulant for Improving Drinking Water Quality*. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/w13152024>
- Cayllahua Caceres, N. (2022). *EVALUACIÓN DE LA PTAR SICUANI Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD*. [Trabajo de investigación, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco].
- Chavesta Saavedra, M. F., & Velásquez Peña, J. S. (2020). *Remoción de DBO5 y turbiedad de las aguas residuales domésticas aplicando Aloe vera* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión].
- EMPSSAPAL, E. (2010). *Estudio de Impacto Ambiental (informe técnico)*. Sicuani, Perú.
- Flaten, T. P. (2001). Aluminium as a risk factor in Alzheimer's disease, with emphasis on drinking water.
- Huaman, D. O. (2022). *Aplicación del coagulante natural áloe vera como tratamiento terciario en la PTAR - Jauja* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]. Huancayo-Perú.
- Marín, J. (2005). *Remoción de materia orgánica por coagulación-floculación*. Manizales.
- MINAM. (2013). *Protocolo para el monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA)*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/sial-sialtrujillo/archivos/public/docs/2478.pdf>
- Miranda, M., Maureira, H., & Rodríguez, K. y.-g. (2009). *Influencia de temperatura encendidala cinética de secado, propiedades fisicoquímicas, y la capacidad antioxidante del Aloe Vera (AloeBarbadensis Miller) gel*. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.09.007>
- Montgomery, D. C. (2012). *Design and Analysis of Experiments (8th ed.)*. Wiley. Obtenido de <https://www.researchgate.net/profile/Farshad-Fattahi/post/Need-the-procedure-for-critical-limit-fixation/attachment/59d-6459179197b80779a0aa7/AS%3A453901993418752%401485230076186/download/Douglas-C.-Montgomery-Design-and-Analysis-of-Experiments-Wiley-2012>
- Moreno, L. (2003). *Depuración Biológica De Las Aguas Residuales Urbanas* [Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona]. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5909/08Mjkm08de18.pdf;sequence=8Ulparchitibus%20voloreheniae.Doluptionrestincidmodestia%20ditectaspitlam%20ut%20inciend%20aeriosserferit%20iur%20cones%20dolest%20lique%20alit%20andant%20quomolore>

- Muruganandam, L., Kumar, M., P, S., Jena, Amarjit, Gulla, . . . Godhwani, B. (2017). *Bhagesh. Treatment of waste water by coagulation and flocculation using biomaterials*. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 263(3), 032006. Obtenido de <https://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/263/3/032006>
- Nougbodé, Y. A., Sessou, P., Abdoukarim, A., Alassane, Y. A., Agbangnan, C. P., Mama, D., & Sohounhloue, K. C. (2015). *Evaluation of Aloe vera leaf gel as a natural flocculant: Phytochemical screening and turbidity removal trials of water by coagulation flocculation*. *Research Journal of Recent Sciences*, 4(12), 1–9. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/289521797>
- Olivera Huaman, D. (2022). *Aplicación del coagulante natural áloe vera como tratamiento terciario en la PTAR-Jauja [Tesis de licenciatura, Universidad Continental]*. Huancayo-Perú.
- OMS. (2017). *Guías para la calidad del agua potable*. Obtenido de <https://www.who.int/es/public/publicaciones/i/item/9789241549950>
- Ortega Gonzales, L. A. (2020). *Elaboración y aplicación de un coagulante natural a partir de la cascar de plátano en aguas del río Choqueyapu de la localidad de Río Bajo [Tesis de licenciatura, Universidad Mayor de San Andrés]*. La paz-Bolivia.
- 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 [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]*. Lima-Perú.
- Vila, R., & Guinea, M. (2001). *Gel de áloe*. *Revista de Fitoterapia*. Obtenido de www.fitoterapia.net