



**Ciencia Latina**  
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.  
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), noviembre-diciembre 2024,  
Volumen 8, Número 6.

[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i6](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6)

**DETERMINACIÓN DE LA DOSIS ÓPTIMA  
DE LA GOMA DE TARA (CAESALPINIA SPINOSA)  
CÓMO COADYUVANTE DEL SULFATO DE  
ALUMINIO PARA LA REMOCIÓN DE  
TURBIDEZ DEL RÍO CAPLINA**

**DETERMINATION OF THE OPTIMAL DOSE OF TARA  
GUM (CAESALPINIA SPINOSA) AS AN ADJUVANT OF  
ALUMINUM SULFATE FOR THE REMOVAL OF  
TURBIDITY FROM THE CAPLINA RIVER**

**Gabriela Monje Casas**

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú

**Caleb Acero Cutipa**

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Perú

DOI: [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i6.15238](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15238)

## Determinación de la Dosis Óptima de la Goma de Tara (*Caesalpinia Spinosa*) Cómo Coadyuvante del Sulfato de Aluminio para la Remoción de Turbidez del Río Caplina

**Gabriela Monje Casas<sup>1</sup>**[gmonjec@unjbg.edu.pe](mailto:gmonjec@unjbg.edu.pe)<https://orcid.org/0000-0002-2687-772X>Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann  
Perú**Caleb Acero Cutipa**[caleba@unjbg.edu.pe](mailto:caleba@unjbg.edu.pe)<https://orcid.org/0000-0002-9613-4497>Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann  
Perú

### RESUMEN

El incremento de la turbidez en el agua de los ríos, ocasionado por factores como la erosión, el arrastre de sedimentos y actividades agrícolas e industriales, representa un problema ambiental significativo. Actualmente, la Empresa Prestadora de Servicio (EPS) utiliza sulfato de aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ ) en el tratamiento de agua potable, aunque su baja biodegradabilidad en altas concentraciones genera lodos residuales tóxicos. Este estudio tuvo como objetivo determinar la dosis óptima de goma de tara como coadyuvante del sulfato de aluminio para la remoción de turbidez en el río Caplina. Para ello, se recolectaron 12 litros de agua del río Caplina, tratándolos con cuatro concentraciones de  $Al_2(SO_4)_3$  y goma de tara mediante la prueba de jarras en el laboratorio de química - Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann (UNJBG). Los resultados indicaron que el tratamiento más efectivo para reducir la turbidez fue el de 35 mg/L de  $Al_2(SO_4)_3$  y 15 mg/L de goma de tara, con una disminución de 108 NTU a 4.95 NTU. Este hallazgo sugiere que la goma de tara es un coagulante natural eficaz que, en combinación con  $Al_2(SO_4)_3$ , mejora el proceso de coagulación, contribuyendo a la reducción de la turbidez del agua.

**Palabras clave:** coagulación, goma de tara, sulfato de aluminio, turbidez, tratamiento de agua

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [brielacasas@gmail.com](mailto:brielacasas@gmail.com)

# Determination of the Optimal Dose of Tara Gum (*Caesalpinia Spinosa*) as an Adjuvant of Aluminum Sulfate for the Removal of Turbidity from the Caplina River

## ABSTRACT

The increase in river water turbidity, caused by factors such as erosion, sediment transport, and agricultural and industrial activities, represents a significant environmental issue. Currently, the Water Service Provider (EPS) uses aluminum sulfate in drinking water treatment, although its low biodegradability in high concentrations generates toxic sludge residues. This study aimed to determine the optimal dose of tara gum as a coagulant aid for aluminum sulfate to remove turbidity in the Caplina River. To achieve this, 12 liters of water from the Caplina River were collected and treated with four concentrations of aluminum sulfate and tara gum through jar testing in the chemistry laboratory at the National University Jorge Basadre Grohmann (UNJBG). The results indicated that the most effective treatment to reduce turbidity was 35 mg/L of  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  and 15 mg/L of tara gum, reducing turbidity from 108 NTU to 4.95 NTU. This finding suggests that tara gum is an effective natural coagulant that, in combination with aluminum sulfate, improves the coagulation process, contributing to the reduction of water turbidity.

**Keywords:** coagulation, tara gum, aluminum sulfate, turbidity, water treatment

*Artículo recibido 02 octubre 2024*

*Aceptado para publicación: 12 noviembre 2024*



## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, las actividades humanas han generado un impacto ambiental creciente, lo que ha aumentado la preocupación sobre la calidad de los recursos hídricos (Anccasi et al., 2022). Este artículo analiza la turbidez en cuerpos de agua como el río Caplina, ubicado en el sur de Perú, el cual está influenciado por factores naturales y antropogénicos (Pino et al., 2023)

La turbidez elevada en el río Caplina representa un problema para la calidad del agua, no solo por su aspecto, sino también porque afecta la disponibilidad para la comunidad local y señala la presencia de microorganismos patógenos y otros contaminantes (Foraquita et al., 2024). Este desafío requiere soluciones eficaces para mejorar la calidad del agua.

El tratamiento de agua mediante coagulación-floculación es esencial para reducir la turbidez, ya que ayuda a agrupar las partículas suspendidas en flóculos que luego se eliminan mediante sedimentación o filtración (Perez y López, 2017). Mejorar este proceso es clave para garantizar agua potable de calidad y reducir los riesgos ambientales y de salud.

En este proceso, el  $Al_2(SO_4)_3$  es un coagulante químico común debido a su efectividad y bajo costo. Sin embargo, cuando se utiliza en altas concentraciones, puede producir lodos residuales con aluminio tóxico, lo cual afecta la salud humana y el medio ambiente (Azabache et al., 2022).

Investigaciones recientes han explorado el uso de coagulantes naturales para reducir la dosis de sulfato de aluminio sin comprometer la eficacia del proceso (Pinchi et al., 2022). La goma de tara es un polisacárido obtenido del endosperma molido de dichas semillas, se presenta como una alternativa prometedora por sus propiedades gelificantes y aglutinantes (Valeriano et al., 2019).

Este estudio se lleva a cabo en el contexto del río Caplina, una fuente vital de agua en el sur de Perú que enfrenta problemas de calidad debido a la contaminación. Las actividades agrícolas, industriales y las condiciones naturales en la región aumentan la turbidez del río, lo que hace necesario un enfoque sostenible para su tratamiento.

El objetivo de esta investigación es determinar la dosis óptima de goma de tara como coadyuvante del sulfato de aluminio para eliminar la turbidez del agua del río Caplina. Se espera que este estudio contribuya a un tratamiento más sostenible y reduzca la dependencia de los coagulantes químicos.

## **METODOLOGÍA**

Este estudio adoptó un enfoque cuantitativo, recopilando y analizando datos numéricos para evaluar cómo la goma de tara contribuye a reducir la turbidez del agua. Este método permitió medir objetivamente las variaciones en los niveles de turbidez aplicando diversas dosis de goma de tara junto con sulfato de aluminio. Además, la investigación se clasifica como experimental, ya que se manipularon variables controladas (dosis de coagulantes) en un entorno de laboratorio para observar efectos específicos en la coagulación.

Se utilizó un diseño experimental de tipo transversal, en el cual los datos se recopilaron y analizaron en un único momento, sin seguimiento a largo plazo de los efectos. Este diseño facilitó una evaluación puntual de la eficacia de la goma de tara como coadyuvante en la coagulación. Al ser un estudio experimental, se creó un ambiente controlado con diferentes tratamientos, lo que aseguró la replicabilidad de los procedimientos y la precisión en los resultados obtenidos.

### **Recolección de muestra**

La recolección de muestras de agua del río Caplina fue en la parte baja de Tacna. Cuyas coordenadas son de ESTE (379014.2) y NORTE (8022552,79). Se recolectaron 12 litros en total, de los cuales se utilizaron 8 litros en el experimento. La recolección de muestras de agua fue siguiendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales garantizando la validez y uniformidad de los datos obtenidos (ANA, 2016).

### **Materia prima**

Se recolectaron 50 gramos de semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*), de los cuales, se seleccionaron y procesaron únicamente 3 gramos de estas semillas, a partir de ello se retira el endospermo de la cáscara. Finalmente, se muele el endosperma hasta obtener la goma de tara, obteniendo 1 gramo de ello.

### **Dosificación del coagulante**

Se realizó un diseño experimental de 4 tratamientos, donde se evaluó la influencia de la dosis del coagulante (0, 15, 15, 15 mg/L) con sulfato de aluminio (45, 45, 35, 30 mg/L), con un tiempo de agitación (5 segundos, 40 minutos y 20 minutos) sobre la turbidez del agua.

**Tabla 1** Dosificación de los coagulantes

Tratamientos	Sulfato de aluminio (mg/L)	Goma de tara (mg/L)
T1	45	0
T2	45	15
T3	35	15
T4	30	15

### Proceso de coagulación

Para el experimento, se utilizó la prueba de jarras en el laboratorio de aguas de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la UNJBG. Se añadió goma de tara en concentraciones de 0, 15, 15 y 15 mg/L y sulfato de aluminio en concentraciones de 45, 45, 35 y 30 mg/L a las muestras de agua del río Caplina, manteniendo en condiciones controladas de temperatura a 20°C y aplicando tiempos de agitación de 5 segundos, 40 minutos y 20 minutos. Este procedimiento promovió la aglomeración y sedimentación de partículas en suspensión, mejorando la claridad del agua. Además, se realizaron análisis para medir la turbidez antes y después del tratamiento, junto con evaluaciones fisicoquímicas del agua tratada, incluyendo el pH.

### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los parámetros fisicoquímicos se realizó la prueba de normalidad (Shapiro Wilk) y la prueba de homogeneidad de varianzas (Levene) para justificar la aplicación de pruebas paramétricas. Además se realizó un análisis de varianza (ANOVA) y se complementó con la prueba de contraste múltiple de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando el programa IBM SPSS Statistics 25 (Gonzales y Martínez, 2012) para procesar los resultados del diseño experimental aplicado. De tal manera, que el ANOVA permitió comparar las varianzas entre las medias de diferentes grupos experimentales e identificar si el factor y/o su interacción fue significativa en el proceso y así analizar e interpretar su efecto sobre la variable dependiente de la investigación. Además, se calculó el coeficiente de variabilidad (CV) para analizar las desviaciones de los datos con respecto a la media y conocer el nivel de confiabilidad de los datos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características fisicoquímicas del agua del río Caplina

En la tabla 2 se observa los parámetros fisicoquímicos iniciales de la muestra del agua del río Caplina.

**Tabla 2** Parámetros fisicoquímicos iniciales del agua del río Caplina

Muestras	Turbidez (NTU)	pH
M1	115,1	4,22
M2	104,8	4,08
M3	106,6	4,05
<b>Promedio</b>	<b>108,83</b>	<b>4,12</b>

### Dosis óptima de la combinación de sulfato de aluminio y goma de tara

En la tabla 3 se observa los resultados obtenidos en la reducción de la turbidez del agua del río Caplina tras aplicar el tratamiento.

**Tabla 3** Turbidez después del tratamiento

Tratamientos	Sulfato de aluminio (mg/L)	Goma de tara (mg/L)	Turbidez (NTU)	Promedio de turbidez (NTU)
<b>T1</b>	45	0	7,31	<b>7,79</b>
			8,42	
			7,63	
<b>T2</b>	45	15	7,21	<b>6,75</b>
			6,11	
			6,93	
<b>T3</b>	35	15	5,20	<b>4,95</b>
			6,18	
			3,46	
<b>T4</b>	30	15	6,64	<b>7,02</b>
			6,96	
			7,45	

Se observó que el mejor resultado para disminuir la turbidez es con el tratamiento T3, del cual fue de 35 mg/L del sulfato de aluminio y 15 mg/L de goma de tara como coadyuvante. En definitiva, al utilizar solo el sulfato de aluminio sin coagulante se reduce a 7,79 NTU; sin embargo, al agregar goma de tara, esta bajó aún más, disminuyendo la turbidez del agua a 4,49 UNT. Esto evidencia que la goma de tara tiene una gran potencial como coadyuvante en la coagulación para reducir la turbidez del agua del río Caplina, lo cual se refleja en los resultados obtenidos.

Por otro lado, con respecto al pH en la tabla 4 se observa los resultados del pH del agua del río Caplina después del tratamiento.

**Tabla 4** Valores de pH después del tratamiento

Tratamientos	Sulfato de aluminio (mg/L)	Goma de tara (mg/L)	pH	Promedio de pH
T1	45	0	4,10	3,73
			3,55	
			3,55	
T2	45	15	4,06	4,03
			4,03	
			4,01	
T3	35	15	4,11	4,10
			4,10	
			4,08	
T4	30	15	4,15	4,11
			4,10	
			4,09	

#### **Análisis estadístico para la turbidez**

En la tabla 5 se observa que los datos que se integraron la turbidez en función a distintas dosis de sulfato de aluminio y goma de tara siguen una distribución normal, ya que la sig. es mayor a 0,05. Lo afirma con un 95 % de confianza.

**Tabla 5** Prueba de normalidad con respecto al parámetro de la turbidez

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1: sulfato (45 mg/L) + tara (0 mg/L)	0,275	3	.	0,944	3	0,542
T2: sulfato (45 mg/L) + tara (15 mg/L)	0,290	3	.	0,926	3	0,473
T3: sulfato (35 mg/L) + tara (15 mg/L)	0,240	3	.	0,975	3	0,695
T4: sulfato (30 mg/L) + tara (15 mg/L)	0,222	3	.	0,986	3	0,770

En la tabla 6 se observa que los datos que se integraron la turbidez en función a distintas dosis de sulfato de aluminio y goma de tara tienen varianzas homogéneas, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

**Tabla 6** Prueba de homogeneidad de varianzas para turbidez

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Turbidez	Se basa en la media	2,027	3	8	0,189
	Se basa en la mediana	0,870	3	8	0,496
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,870	3	4,178	0,524
	Se basa en la media recortada	1,932	3	8	0,203

En la tabla 7 se observa que al tener una significancia menor a 0,05, se concluye que hay diferencias significativas en la turbidez entre los diferentes tratamientos, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

**Tabla 7** Análisis de varianza de la remoción de turbidez

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	13,006	3	4,335	6,382	0,016
Error	5,435	8	0,679		
Total	18,441	11			

En la tabla 8 se evidencia que el tratamiento 3 (T3) tiene una turbidez significativamente menor que los demás tratamientos. Por otro lado, no hay diferencias significativas entre los tratamientos T2 y T4 para la obtención de turbidez, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza

**Tabla 8** Prueba de Tukey para la turbidez

Tratamientos	n	Subconjuntos	
		1	2
T3: sulfato (35 mg/L) + tara (15 mg/L)	3	4,9467	
T2: sulfato (45 mg/L) + tara (15 mg/L)	3	6,7500	6,7500
T4: sulfato (30 mg/L) + tara (15 mg/L)	3	7,0167	7,0167
T1: sulfato (45 mg/L) + tara (0 mg/L)	3		7,7867
Sig.		0,060	0 ,459

Esto sugiere que el tratamiento con 35 mg/L de sulfato de aluminio y 15 mg/L de goma de tara es el más efectivo en reducir la turbidez en comparación con los otros tratamientos analizados.

#### **Análisis estadístico para el pH**

En la tabla 9 se observa que los datos que se integraron en pH en función al tratamiento 1 de sulfato de aluminio y goma de tara no sigue una distribución normal. Se afirma con un 95 % de confianza.

**Tabla 9** Prueba de normalidad de pH

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
T1: sulfato (45 mg/L) + tara (0 mg/L)	0,385	3	.	0,750	3	0,000
T2: sulfato (45 mg/L) + tara (15 mg/L)	0,219	3	.	0,987	3	0,780
T3: sulfato (35 mg/L) + tara (15 mg/L)	0,253	3	.	0,964	3	0,637
T4: sulfato (30 mg/L) + tara (15 mg/L)	0,328	3	.	0,871	3	0,298

En la tabla 10 se evidencia que los datos que integraron el pH en función a los tratamientos no tienen varianzas homogéneas, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

**Tabla 10** Prueba de homogeneidad de varianzas para pH

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
pH	Se basa en la media	13,378	3	8	0,002
	Se basa en la mediana	0,831	3	8	0,513
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,831	3	2,041	0,585
	Se basa en la media recortada	10,567	3	8	0,004

En la tabla 11 se observa que al tener una significancia mayor a 0,05, se concluye que no hay diferencias significativas en el pH entre los diferentes tratamientos, pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza.

**Tabla 11** Análisis de varianza del pH

FV	SC	GL	CM	F	P-valor
Tratamientos	0,283	3	0,094	3,671	0,063
Error	0,205	8	0,026		
Total	0,488	11			

En la tabla 12 se evidencia que no hay diferencias significativas entre los tratamientos en relación al pH. pudiendo afirmar ello con un 95 % de confianza

**Tabla 12** Prueba de Tukey para el pH

Tratamientos	n	Subconjunto
		1
T1: sulfato (45 mg/L) + tara (0 mg/L)	3	3,7333
T2: sulfato (45 mg/L) + tara (15 mg/L)	3	4,0333
T3: sulfato (35 mg/L) + tara (15 mg/L)	3	4,0967
T4: sulfato (30 mg/L) + tara (15 mg/L)	3	4,1133
Sig.		0,076

En el ensayo de prueba de jarras se comprobó que la goma de tara tiene una notable capacidad como coadyuvante de coagulación para reducir la turbidez en el agua del río Caplina, reflejándose esto en los resultados obtenidos. Al emplear 35 mg/L de sulfato de aluminio y 15 mg/L de goma de tara (T3) la turbidez se redujo a un promedio de 4,95 NTU, mientras que, con la adición de 45 mg/L de sulfato de

aluminio y 0 mg/L de goma de tara, el nivel de turbidez disminuyó a 7,79 NTU. Estos valores se encuentran dentro del rango de la investigación realizada por Aguilar (2010), quien logró resultados de turbidez residual con el uso de la goma de tara como ayudante de coagulación valores de 1,5 UNT, con una dosis de sulfato de aluminio de 5 mg/L, para una muestra de 390 UNT. Esto confirma la eficacia de la tara como auxiliar de coagulación para la clarificación de aguas turbias.

Otros investigadores que emplearon también coagulantes naturales, por ejemplo, Córdova (2019) usando una mezcla de nopal (*Opuntia ficus indica*) y sulfato de aluminio logró una remoción de turbidez del 85,76 % resultando en 12,10 NTU. Shahriari et al. (2011) usando mezclas de *Plantago ovata* y cloruro férrico llegaron a reducir la turbidez hasta en 1 NTU. De igual manera, Laines et al (2007) usando almidón de plátano y sales de aluminio redujeron la turbidez en un 98,6 % para una turbidez inicial de 126 NTU. En sintonía con Solís et al (2012) que usando una mezcla de almidón de yuca y sulfato de aluminio, alcanzó una reducción de la turbidez de 97,9 % para una turbidez inicial de 70 NTU con un valor final de 1,47 NTU.

Perez y Linkolk (2017) presentaron resultados similares, señalando que este biopolímero mejora la aglutinación de las partículas suspendidas. De manera similar, Trujillo et al. (2014) indicaron en su estudio que el polvo de tara es un gran auxiliar en el proceso de coagulación, destacando su capacidad para acelerar la formación de flóculos sin generar volúmenes significativos de lodo. Por otro lado, estudios de Vela (2016) afirman que el sulfato de aluminio es un coagulante efectivo para eliminar diversas sustancias presentes en el agua; sin embargo, este autor advierte que un uso incorrecto, como una dosificación excesiva, puede complicar la clarificación. Además, existe evidencia de que este reactivo podría estar relacionado con la enfermedad de Alzheimer debido a residuos de aluminio en el agua tratada (Choque et al., 2018). Por esta razón, actualmente se investigan varias especies vegetales, incluyendo *Caesalpinia spinosa*, como alternativas o complementos en procesos de coagulación. Es importante destacar que el uso de goma de tara ha sido aprobado por el Servicio de Salud Pública Europeo para el tratamiento de agua potable, junto con otros coagulantes como el alumbre (sulfato de aluminio y potasio) y el sulfato de aluminio, siendo este último el más común en plantas de tratamiento de agua.

La reducción de la turbidez mediante el uso de goma de tara se alinea con lo señalado por Bolto et al. (2007), quienes indican que el mecanismo de floculación de partículas se basa en la formación de puentes poliméricos. Los polímeros, debido a sus largas cadenas, permiten que los iones de aluminio se adhieran a su superficie y neutralicen la carga de los coloides. Este proceso facilita la formación de floculos de mayor tamaño, los cuales se sedimentan más fácilmente.

## CONCLUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio confirman la efectividad de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) como ayudante del sulfato de aluminio en el proceso de coagulación para reducir la turbidez del agua. Gracias a sus propiedades de polisacárido, específicamente los galactomananos, la goma de tara actúa como un coagulante natural eficiente, permitiendo una disminución significativa de la turbidez en el agua del río Caplina. Los datos muestran que la combinación de 35 mg/L de sulfato de aluminio con 15 mg/L de goma de tara logra una remoción óptima de turbidez, alcanzando valores de 4.95 NTU, lo cual se encuentra dentro de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua en la Categoría 1, Subcategoría A2 (aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional).

Es importante considerar que el pH de la muestra fue de 4.12 durante el experimento, lo que pudo haber influido en la eficiencia del proceso de coagulación. Estudios anteriores, como el de Vilavila (2018), indican que realizar el tratamiento en condiciones de pH neutro podría mejorar aún más los resultados de remoción de turbidez. Esto sugiere que, si el pH del agua del río Caplina hubiera estado más cerca de 7, la eficacia del proceso de coagulación podría haber sido mayor.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, E. (2010). Utilización de las semillas de tara (*Caesalpinia spinosa*) como ayudante de coagulación en el tratamiento de aguas. Universidad Nacional de Ingeniería, 178.

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. <https://www.gob.pe/ana>

Ancasi, J. C., Irene, V., & Anzualdo, T. (2022). Acción coagulante de la tuna, tara, mashua en el tratamiento de aguas del Rio Ichu, Huancavelica 2020. *Cátedra Villarreal Posgrado*, 123–139. <https://doi.org/https://doi.org/10.24039/rcvp2022121667>



- Azabache Liza, Y., Maldonado Ushiñahua, A., Azabache Aliaga, R., & Dávila Cardozo, J. (2022). Aplicación de clarificante de origen natural ( almidón de yuca ) para la remoción de la turbidez y color en aguas de consumo humano. *Revista Amazónica de Ciencias Ambientales y Ecológicas*, 1(1), 1–7. <https://doi.org/https://doi.org/10.51252/reacae.v1i1.294>
- Bolto, B. y J. Gregory. (2007). *Organic Polyelectrolytes in Water Treatment*. *Water Research*, 41, 2301-2324. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2007.03.012>
- Choque, D., Choque, Y., Solano, A., & Ramos, B. (2018). *Capacidad floculante de coagulantes naturales en el tratamiento de agua*. *Tecnología Química*, 38 (2). ISSN: 2224-6185. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445558422008>
- Córdova, E. (2019). *Aplicación de sulfato de aluminio y tuna (Opuntia ficus-indica) para la remoción de materia orgánica y turbidez de las aguas residuales del camal municipal Tumán 2018*. Universidad César Vallejo. [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38710/C%c3%b3rdova\\_MEA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/38710/C%c3%b3rdova_MEA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Foraquita Adco, L. D., Jarro Genix, R. S., Cosi Fuentes, D. P., & Paniagua Ramos, R. H. (2024). Estudio de la aplicación del Aloe vera (L.) como coagulante para reducir la turbidez en el agua del río Caplina. *Scienceevolution*, 3(11), 38–46. <https://doi.org/10.61325/ser.v3i11.95>
- Laines, J., Goñi, R., Adams R. y Camacho, W. (2007). *Mezclas con Potencial Coagulante para Tratamiento de Lixiviados de un Relleno Sanitario*. *Revista Interciencia*, ISSN-e: 2244-7776, 33(1), 22-28. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33933104>
- Perez Huachaca, W., & López Gonzales, J. L. (2017). Aplicación de un diseño factorial 2<sup>4</sup> en la remoción de turbiedad del Río Rímac mediante la coagulación y floculación usando goma de tara. *Revista De Investigación: Ciencia, Tecnología Y Desarrollo*. <https://doi.org/10.17162/rictd.v3i1.648>
- Pinchi Del Aguila, M. G., Carranza Reátegui, L. S., & Almestar Villegas, C. (2022). Eficiencia De La Harina De Cáscara De Cacao (Theobroma Cacao) En La Remoción De Turbidez De Aguas Residuales Domésticas. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 88(4), 301–308. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v88i4.407>



- Perez, W. & Linkolk, J. (2017). *Aplicación de un diseño factorial 24 en la remoción de turbiedad del Río Rímac mediante la coagulación y floculación usando goma de tara*. Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo, III(3): 1-11. <https://doi.org/10.17162/rictd.v3i1.648>
- Pino Vargas, E., Espinoza Molina, J., Chávarri Velarde, E., Quille Mamani, J., & Ingol Blanco, E. (2023). Impactos de las políticas de gestión de aguas subterráneas en el acuífero Caplina, desierto de Atacama. *MDPI*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/w15142610>
- Shahriari, T., Nabi Bidhendi, G., & Shahriari, S. (2012). *Evaluating the Efficiency of Plantago Ovata and Starch in Water turbidity removal*. International Journal of Environmental Research, 6(1), 259-264. doi: 10.22059/ijer.2011.491
- Solís, R., Laines J. y Hernández, J. (2012). Mezclas con Potencial Coagulante para Clarificar Aguas Superficiales, Rev. Int. Contam. Ambie., ISSN: 0188-4999, 28(3), 229-236. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37023183005>
- Trujillo, D. et al. (2014). *Remoción de turbiedad en agua de una fuente natural mediante coagulación/floculación usando almidón de plátano*. Revista ION 27(1): 60-63. ISSN: 0120-100X
- Valeriano Mamani, J. J., Matos Chamorro, R. A., Valeriano Mamani, J. J., & Matos Chamorro, R. A. (2019). Influencia de la Goma de Tara (*Caesalpinia spinosa*) como Ayudante en el Proceso de Coagulación-Floculación para la Remoción de Turbidez de una Suspensión Artificial de Bentonita. *Información Tecnológica*, 30(5), 299–308. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500299>
- Vela, C. (2016). *Disminución de la turbidez utilizando coagulante natural Moringa oleífera en aguas obtenidas del río Alto Chicama, puente Ingón, Trujillo*. Universidad César Vallejo, 57. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/7597>
- Vilavila Morales, S. B. (2018). *Determinación de la remoción de la turbidez de agua del río Ayaviri en la zona de captación para consumo humano empleando polímero de goma de Tara - Puno, 2018*. UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN.