

# Coagulantes naturales extraídos de *Ipomoea incarnata* en el tratamiento de aguas residuales industriales en Cartagena de Indias

## Use of natural coagulants extracted from *Ipomoea incarnata* for industrial wastewater treatment in Cartagena de Indias

Nancy Cristina Cabrera Martínez, Ariel Rafael Hernández Julio, Edenia del Pilar Simancas Vásquez, Juan Miguel Ayala Jiménez, Kelly Almanza Caraballo

Facultad de Ingeniería, Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco, Cartagena, Colombia  
ncabrera@tecnologicocomfenalco.edu.co

**Resumen**— El objetivo principal de esta investigación está enmarcado en probar las propiedades coagulantes de la *Ipomoea incarnata* en la clarificación de las aguas residuales industriales.

Para la comprobación y verificación de estos beneficios se realizó la extracción y caracterización del coagulante considerando el porcentaje de remoción frente a otros de uso industrial común, estimando mediante la prueba de jarras la eficiencia de remoción; analizando y constatando que el polvo obtenido a partir de las semillas de la *Ipomoea incarnata* es efectivo en la reducción de la turbidez en un 99,18 %. Finalmente, se evidencia a través de los resultados consignados en este artículo la gran ventaja que presentan los coagulantes de origen natural frente a los químicos.

**Palabras clave**— aguas residuales, coagulantes naturales, coagulación, floculación, *Ipomoea incarnata*, método soxhlet, pH, prueba de jarras, remoción, turbiedad.

**Abstract**— The main objective of this research is to determine the clotting properties of *Ipomoea incarnata* in clarifying industrial wastewater. Extraction and characterization of the coagulant were made to check and verify benefits considering the removal percentage compared to other common industrial uses. Jar test was used to estimate the removal efficiency; analyzing and verifying that the powder obtained from the seeds of *Ipomoea incarnata* is effective in reducing turbidity in 99.18%. Finally the results reported in this article evidence that advantage of natural coagulants over the chemical ones.

**Key Word** — Wastewater, natural coagulants, coagulation, flocculation, *Ipomoea incarnata*, soxhlet method, pH, Jar test, removal, turbidity.

### I. INTRODUCCIÓN

El propósito principal de esta investigación fue la determinación de las propiedades coagulantes de la a generación de aguas residuales es una consecuencia inevitable

de las actividades humanas. Estas actividades modifican las características de las aguas de partida, contaminándolas e invalidando su posterior aplicación para otros usos, por lo cual, los tratamientos en las aguas residuales resultan indispensables para garantizar la disponibilidad de este recurso. Existen variadas sustancias y métodos para la clarificación del agua tanto en el proceso de potabilización como para plantas de tratamiento para aguas residuales; en donde se utiliza frecuentemente coagulantes inorgánicos, que en su mayoría alteran las propiedades fisicoquímicas del agua. El agua residual industrial posee características que deben ser tratadas debido a la “presencia de impurezas como sólidos suspendidos, materiales colorantes, microorganismos, materia orgánica, gases disueltos, minerales y otros” [1]. Una de las opciones consideradas para poder alcanzar altos niveles de calidad del agua tratada y desempeño del proceso es el uso de los coagulantes.

En la actualidad, los coagulantes más usados son las sales minerales de hierro y aluminio [2]; sin embargo, estos compuestos químicos son arrastrados durante la sedimentación de los lodos ya que estos están constituidos por dichas sustancias que alteran los procesos naturales presentes en las fuentes de aguas a las cuales son vertidos, estos lodos se generan en las etapas de coagulación- floculación y sedimentación [3], lo cual se convierte en un problema ambiental, ya que en altas dosis pueden llegar a ser tóxicos. No obstante, al inicio de los años setenta, en varios países latinoamericanos se propuso utilizar coagulantes naturales extraídos de especies vegetales o animales nativos” [4], como alternativa a los coagulantes convencionales utilizados.

Investigaciones realizadas reportaron que las semillas de la planta *Moringa oleífera* presenta propiedades coagulantes que no induce a cambios significativos de los valores de pH y conductividad del agua después de su tratamiento[5]. Asimismo se reportaron investigaciones para aguas efluentes de las industrias textiles en la India donde se

reporta que la *Ipomoea dasysperma* del genero *ipomoea* [6], podrían proporcionar un método sostenible de efluente de tratamiento, siendo de bajo costo y fácilmente disponibles en países en desarrollo puesto que pueden ser localmente cultivados, cosechados y procesados, que tienen el potencial para ser rentable en comparación con los productos químicos importados. Los coagulantes naturales pueden ser alternativas viables a polielectrolitos sintéticos, ya que son biodegradables, seguros para la salud humana y tienen un rango de dosis efectiva más amplio para la floculación de varias suspensiones coloidales [7, 8].

*Ipomoea incarnata*, en la clarificación de las aguas residuales industriales. Asimismo se comparó la eficiencia de remoción de turbidez del coagulante obtenido de las semillas de *Ipomoea incarnata* con los coagulantes convencionales por medio de la prueba de jarras.

## II. METODOLOGÍA

### A. Fase 1. Toma de muestra

Se seleccionaron tres (3) sustratos: María La Baja, El Rodeo, Mamonal [9], para muestrear y obtener información de la especie.

### B. Fase 2. Análisis de muestras

Preparación de la semilla.

Se obtuvieron semillas de la *Ipomoea incarnata* a las cuales se retiraron manualmente de las vainas secas. Las semillas colectadas se secaron durante una hora en un horno a 105 °C, y se trituraron, hasta obtener un polvo fino [10].

### C. Extracción del coagulante

Se extrajo mucilago de la semilla *Ipomoea incarnata*, durante 24 horas con n-hexano en un extractor tipo Soxhlet [11].

### Caracterización del coagulante

Se realizó una cromatografía, método físico de separación, utilizado para separar los distintos componentes que presenta la planta, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes.

### Prueba de jarras.

Para evaluar los coagulantes, se procedió a realizar una prueba de jarras con los siguientes coagulantes para determinar la eficiencia de remoción de turbidez, los cuales son:

Sulfato de aluminio (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>)

Sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>)

Sulfato de Hierro III (Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>)

Sulfato de hierro II (FeSO<sub>4</sub>)

*Ipomoea incarnata*

*Moringa oleífera*

Se procedió a medir la turbiedad de la muestra a analizar, la cual se distribuyó en 6 beakers de 1000 ml. A cada muestra se le añadió un coagulante diferente con la misma concentración (50 mg/L), posteriormente se colocaron los beakers en el aparato de test de jarras a 200 rpm durante 1 minuto para la

mezcla rápida. Después se disminuyó la velocidad a 45rpm durante 15 minutos. Consecutivamente se detuvo el agitador y se dejó sedimentar durante 15 minutos. Por último se midió la turbiedad final en cada una de las jarras, utilizando el turbidímetro marca Velt TB1, previamente calibrado y se determinó el coagulante con mayor eficiencia de remoción. Asimismo se midió el pH de cada muestra, utilizando el peachímetro marca STARTER300.

## D. Fase 3. Análisis de resultados

Se determinó que el polvo obtenido a partir de las semillas de la *Ipomoea incarnata* es efectivo en la reducción de la turbidez. Asimismo se analizó la eficiencia de remoción de turbidez obtenida por coagulantes convencionales y los coagulantes naturales [12].

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se identificaron y determinaron la concentración de los diferentes componentes que presenta la especie *Ipomoea incarnata*.

Tabla I.

Propiedades químicas de la semilla de *Ipomoea incarnata*

Alcaloides	<i>Ipomoea incarnata</i> % de concentración
Amida de ácido D-lisérgico(ergina)	0.031
Amida del ácido d-isolisérgico (isoergina)	0.004
Chanoclavina	0.005
Elimoclavina	0.005
Lisergol	0.001
Ergometrina	0.005

Como se muestra en la tabla, el componente principal de la mezcla de alcaloides es la amida de ácido D- lisérgico, principio activo de las plantas de la familia convolvulaceae. También se identificaron ciertas clavinas como la elimoclavina y el lisergol con valores de 0.005 y 0.001 % respectivamente.

El pH y la turbidez permiten determinar hasta qué punto se debe tratar el agua para que cumpla con las condiciones establecidas en la norma. Esto se garantiza en los procesos de coagulación, floculación y sedimentación.

Con la utilización del método soxhlet se logró extraer propiedades coagulantes de una planta de la familia convolvulaceae género *Ipomoea*, en la clarificación del agua residual industrial.

En la tabla I. Se presentan los valores de la turbidez de una muestra de agua residual industrial antes y después de ser tratada con diferentes coagulantes.

Tabla II.  
Resultados de remoción de turbidez con los diferentes coagulantes

Coagulantes	Turbidez inicial (NTU)	Turbidez Final (NTU)	Porcentaje de remoción (%)
Sulfato de aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ )	920	8,62	99,06
Sulfato de cobre ( $CuSO_4$ )		17,86	98,06
Sulfato de Hierro III ( $Fe_2(SO_4)_3$ )		8,17	99,11
Sulfato de hierro II ( $FeSO_4$ )		12,07	98,69
<i>Ipomoea Incarnata</i>		7,51	99,18
<i>Moringa oleifera</i>		6,54	99,29

Con los resultados de la prueba de jarras, al aplicar la dosis propuesta de coagulante a cada muestra de agua residual industrial se observó que los coagulantes naturales, *Ipomoea Incarnata* y *Moringa oleifera* logran alcanzar un porcentaje de remoción de la turbidez en un 99,18% y 99,29% respectivamente, que al compararlos con los resultados obtenidos por los coagulantes convencionales; se logra evidenciar que los de origen natural alcanzan una mayor eficiencia en cuanto al tratamiento de este parámetro.

El comportamiento del pH en función del coagulante utilizado se presenta en la tabla II.

Tabla III.  
Resultados de pH con los diferentes coagulantes

Coagulantes	pH inicial	pH Final
Sulfato de aluminio ( $Al_2(SO_4)_3$ )	8,31	7,71
Sulfato de cobre ( $CuSO_4$ )		7,77
Sulfato de Hierro III ( $Fe_2(SO_4)_3$ )		7,63
Sulfato de hierro II ( $FeSO_4$ )		7,85
<i>Ipomoea Incarnata</i>		7,96
<i>Moringa oleifera</i>		7,99

Se observa que los coagulantes químicos provocan una mayor alteración en este parámetro en comparación con los coagulantes de origen natural, tendiendo a acidificar más el agua, por lo que no es necesario adicionar grandes cantidades de estabilizadores de pH en el proceso de tratamiento de agua residual industrial para establecer los valores permisibles por la norma.

#### IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación, se destaca el potencial que presentan los coagulantes naturales para el tratamiento de aguas residuales a nivel industrial, puesto que estos proveen grandes ventajas frente a los de origen químicos usados con frecuencia en la actualidad [13]. Prueba de esto, es el alto rendimiento que presentaron los coagulantes naturales estudiados frente a los que existen en el mercado. Detectando características favorables al usar el polvo de la semilla *Ipomoea incarnata* respecto a la eficiencia de remoción de la turbidez y el comportamiento de variables como el pH, alcanzando una eficiencia del 99,18% en la clarificación del agua residual [14].

#### REFERENCIAS

- [1]. J. M. Flórez, "clarificación de aguas usando coagulantes polimerizados: caso del hidroxiclورو de aluminio". Revista Colombiana de Biotecnología, 2010.
- [2]. COGOLLO JUAN. Clarificación de aguas usando coagulantes polimerizados: caso del hidroxiclورو de aluminio. Ingeniería de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Citado el 05/10/2015. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/5419/1/juanmiguelcogollo.2011.pdf>.
- [3]. Andia Cárdenas Yolanda. Tratamiento de agua coagulación y floculación. [Publicado en abril del 2000]. [Citado el 5 de octubre del 2015]. Disponible en: <http://www1.frm.utn.edu.ar/archivos/civil/Sanitaria/Coagulacion%20y%20Floculacion%20del%20Agua%20Potable.pdf>.  
A. B. Ortiz, I. C. Paz, J. M., "Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural". *Bdigital*.
- [4]. R. Sanghi, B Bhattacharya, A. Dixit, & V. Singh, R. J. Vidmar. *Ipomoea dasysperma* seed gum: An effective natural coagulant for the decolorization of textile dye solutions". *Journal of Environmental Management*.
- [5]. R. Sanghi, B. Bhattacharya, A. Dixit, V. Singh. *Ipomoea dasysperma* seed gum: An effective natural coagulant for the decolorization of textile dye solution. *Environmental management*. 2006.
- [6]. J. J. Feria, S. B. Roa, A. M. Estrada, "Eficiencia de la semilla *Moringa oleifera* como coagulante natural para la remoción de la turbidez del río Sinú". *Produccion + limpia*, vol. 1, n° 1, pp. 9-22, enero/junio. 2014.

- [7]. R. Olivero V., I. Mercado M., L. Montes G. Remoción de la turbidez del agua del Río Magdalena usando *Opuntia Ficus-indica*.
- [8]. S. Bathia, Z. Othman, & A. L. Ahmad, "Coagulation-flocculation process for POME treatment using *Moringa oleifera* seed extract: Optimization studies". *Chemical Engineering Journal*, 133, 205-212. 2007.
- [9]. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt Revista Biota Colombiana. Vol. 13 Número 2 2012.
- [10]. E. N. Ali, S. A. Muyibi, H. M. Salleh, M. Z. Alam, M. R. M. Salleh, "Production of Natural Coagulant from *Moringa Oleifera* Seed for Application in Treatment of Low Turbidity Water". *Journal Water Resource and Protection*, 2, 259-266. 2010.
- [11]. L. Guzman, A. Villabona, C. Tejada, R. Garcia. Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: una revisión. 255:253-262.
- [12]. S. Yan Choy, K. Murthy N. Prasad, Ta Yeong Wu, M.E. Raghunandan, R.N. Ramanan. Utilization of plant-based natural coagulants as future alternatives towards sustainable water clarification. Available online October, 2014.
- [13]. R. Shanghi, Bani B. , A. Dixit, V. Singh. *Ipomoea dasysperma* seed gum: an effective natural coagulant for decolorization of textile dye solutions. 2003.
- [14]. Zhang, L., Tu, Z.-c., Wang, H., Fu, Z.-f., Wen, Q.-h., Chang, H.-x., y otros. (2015). Comparison of different methods for extracting polyphenols from *Ipomoea batatas* leaves, and identification of antioxidant constituents by HPLC-QTOF-MS. *Food Research International*, 101-109.