

TRATABILIDAD DE EFLUENTES RESIDUALES POR MEDIO DE UN COAGULANTE NATURAL A BASE DE TANINO DEL PSEUDOTALLO DEL PLÁTANO

WASTEWATER TREATMENT BY USING A NATURAL COAGULANT EXTRACTED FROM BANANA'S PSEUDOSTEM

Autores

Fernando Araúz, Julianys Barragán, Maite Bósquez, Evelyn Canto, Yadisel González, Eliécer Martínez* y Héctor Ruda

Área

Licenciatura en Ingeniería Industrial
Centro Regional de Veraguas
Universidad Tecnológica de Panamá

51

RESUMEN

El proyecto se fundamenta en la utilización del tanino extraído de la savia del tallo de plátano con el fin de clarificar y sedimentar las partículas coloidales en los efluentes y contribuir con el cuidado del medio ambiente. La ventaja fundamental en la utilización de coagulantes naturales, radica en el hecho de sustituir diversos productos químicos que en la actualidad son utilizados en detrimento de la naturaleza. En este caso se ha utilizado como materia prima los pseudotallos (*Musa paradisiaca*) para la extracción de la savia, aprovechando su alto nivel de concentración. En la industria bananera los pseudotallos son considerados como desechos después de cosechar el fruto, esto constituye la esencia del proyecto, ya que se ha encontrado una oportunidad para utilizar una materia prima desechada para la elaboración de un producto ecoamigable. Por lo tanto, este proyecto es la respuesta para detener la gran contaminación en los ríos y lagos producto de los procesos industriales, propiciando un medio ambiente más saludable y una mejor calidad de vida para los ciudadanos.

PALABRA CLAVE

Coagulante, pseudotallo, savia, tanino, efluentes industriales.

ABSTRACT

The project “treatment of wastewater effluents by natural coagulant made of pseudo stem tannin” is based on the use of tannin extracted from the sap of stem to clarify and settle unwanted colloidal particles, present in effluents, so that it contributes to the environmental health. A key advantage of using natural coagulant lies on the possibility to substitute various chemicals that are currently being used which could affect the environment. In this case, we have used the psedo-stems (*Musa paradisiaca*) as raw material to extract the sap inside it, to take advantage of its high concentration.

In the banana industry, pseudostems are considered as waste once the fruit is harvested. This fact is the fundamental aspect of the project. We have found an opportunity to use an organic waste as raw material for the development of an ecofriendly product. That is why; without undoubtedly this project is the answer to stop the heavy pollution of lakes and secondary rivers due to industrial processes, which foster a healthier environment and a better quality of life for residents of the surrounding areas.

KEY WORDS

Coagulant, pseudostem, sap, tannin, industrial effluents.

1. Introducción

A nivel mundial, Panamá es uno de los principales productores de plátano y banano entre los países de América Latina. Se estima que el 95% de los residuos generados de estos cultivos, principalmente pinzotes y pseudotallos, no son aprovechados eficientemente por el productor, ya que el objetivo de la producción del plátano y el banano es la comercialización o como opción alimenticia para el hogar.

Cada brote de tallo florece una sola vez antes de morir, pero los nuevos retoños aparecen debajo de la tierra a partir del tallo principal para producir los hijos que proporcionarán la próxima cosecha. Cuando se corta el pseudotallo, el pecíolo de una hoja o el pinzote, brota abundantemente líquido incoloro e inodoro que provoca una mancha indeleble de color rojo oscuro en la ropa. Esta sustancia contiene una gran cantidad de tanino [1].

Los taninos son compuestos polifenólicos de gran abundancia en el mundo vegetal, encontrándose en cortezas, en frutos y en hojas. Tradicionalmente, estos compuestos se han utilizado para el curtido de pieles, pero varios de ellos también se han empleado como coagulantes en el tratamiento de aguas residuales, permitiendo que algunos contaminantes disueltos se aglutinen en partículas más grandes para retirarlos mediante procesos de remoción de sólidos.

Con los tratamientos de aguas se pretende disminuir, controlar o eliminar aquellos elementos que alteran las condiciones originales del agua. Esto permite la reutilización del agua, por lo tanto, los procesos de extracción, procesamiento y distribución no serán necesarios nuevamente. El tratamiento de aguas nos permite el mayor aprovechamiento y aprovisionamiento del agua, ya sea para necesidades domésticas, industriales o de uso agrícola.

Actualmente, los coagulantes metálicos han sido los más utilizados para el tratamiento del agua cruda porque poseen la capacidad de actuar como coagulantes y floculantes, y cuando están disueltos, forman compuestos complejos

hidratados. Entre los más utilizados tenemos: sulfato de aluminio, sulfato férrico, sulfato ferroso, cloruro férrico y el aluminato de sodio. Sin embargo, existen desventajas asociadas al uso de estos coagulantes, tales como: altos costos de adquisición y el hecho de que afectan significativamente el pH del agua tratada. También existe evidencia que relaciona a los coagulantes a base de aluminio, con el desarrollo de la enfermedad de Alzheimer en los seres humanos, debido a la presencia de aluminio residual en el agua tratada. [2]

Por lo expuesto con anterioridad, el presente proyecto de investigación se fundamenta en la búsqueda de una alternativa que incluye la utilización de coagulantes de origen vegetal a base de taninos extraídos de la savia del tallo de plátano. Esta alternativa ofrece coagulantes amigables con el medio ambiente e inoocuos para la salud humana, por su uso en la remoción de turbidez y tratamiento de aguas residuales provenientes de diferentes procesos industriales. Es importante destacar que estos tipos de coagulantes naturales son una fuente alternativa con un gran potencial no explotado hasta el momento. Estos coagulantes se producen de manera espontánea, debido a reacciones bioquímicas que ocurren en animales y en plantas.

Por lo general, los coagulantes naturales presentan una mínima o nula toxicidad y, en muchos casos, son productos alimenticios con alto contenido de carbohidratos y de proteínas solubles en agua.

2. Métodos y materiales

A continuación se describen los materiales y métodos utilizados en el desarrollo del proyecto.

2.1 Materia prima

Los pseudotallos de plátano de la *Musa paradisiaca* fueron obtenidos en huertos caseros donde se cultiva esta planta para el consumo familiar. En la Figura 1 se aprecia la obtención de los pseudotallos de plátano que fueron utilizados.

2.2 Tratamiento de la savia

Los pasos para la obtención del tanino para coagulante natural se enuncian a continuación.

2.2.1 Extracción

El tallo de plátano es una megafobia que posee vainas foliares que se desarrollan formando estructuras llamadas pseudotallos, los cuales se fraccionaron en segmentos de 10X30cm aproximadamente.



Figura 1. Segmentos de pseudotallos utilizados en la obtención de tanino.

Cada segmento de pseudotallo pasó por un laminador cilíndrico permitiendo la extracción de la savia, la cual fue recolectada para su posterior tratamiento, ver Figura 2.



Figura 2. Extracción de la savia de los segmentos de pseudotallo.

2.2.2 Clarificación

Una vez obtenida la savia, se filtró para eliminar los posibles residuos del pseudotallo, posteriormente se sometió a una temperatura de 50 °C durante diez minutos, para facilitar su tamizado y evitar simultáneamente la formación de microorganismos.

A la savia precalentada se le añadió el clarificante para remover las impurezas tanto solubles como insolubles, empleando $[Ca(OH)_2]$ en concentración de 0.7g/L de savia. Seguidamente, la savia fue expuesta a una temperatura de 90°C durante unos diez minutos en reposo para su decanto y filtrado.

2.2.3 Extracción del tanino y conservación

Para la extracción del tanino de la savia, se agregó igual cantidad de alcohol etílico (1:1). Para tal efecto, la cantidad de savia resultante del procedimiento anterior fue medida y se le agregó la misma cantidad de alcohol, formándose una mezcla homogénea.

Para lograr su concentración, la mezcla fue expuesta a una fuente de energía calórica durante 120 minutos a una temperatura entre 70 y 75°C. La figura 3 ilustra el procedimiento descrito previamente.



Figura 3. Concentración de la solución a una temperatura entre 70 y 75°C.

Transcurrido el tiempo de concentración, el líquido resultante se mantuvo en un congelador a una temperatura de 0°C por 48 horas para conservar sus propiedades y contrarrestar el desarrollo de microorganismos antes de su utilización.

2.3 Ensayos con efluentes

Los ensayos de tratabilidad de efluentes industriales se realizaron con muestras de agua provenientes de un lago de oxidación de una empresa agroindustrial. Observaciones preliminares de campo evidenciaron que el

efluente contiene partículas coloidales de origen vegetal dispersas en el medio.

La presencia de estas partículas se debe a que los compuestos del fósforo, particularmente el ortofosfato, que se encuentran en las aguas residuales son vertidos directamente a las aguas superficiales provenientes de fertilizantes eliminados del suelo por el agua o el viento, excreciones humanas y animales, detergentes y productos de limpieza. Estos compuestos son nutrientes importantes para las plantas, y conducen al crecimiento de algas en las aguas superficiales, promoviendo la eutrofización de las aguas [3]. La Figura 4 muestra el lugar de extracción del agua cruda a utilizar.



Figura 4. Represa artificial donde se depositan los desechos de procesadora cárnica.

El primer paso para el tratamiento del agua extraída del lago de oxidación consistió en verter 50ml de tanino a una muestra de 150ml y puesta en reposo por un período de 24 horas. Al efluente a tratar se le agregó cierta cantidad de tanino, agitándose durante unos diez minutos. Transcurrido cierto tiempo, las partículas en suspensión comienzan a coagularse, formando pequeñas masas que por tener una mayor densidad que el agua, se sedimentan.

En el tratamiento de efluentes residuales de las distintas áreas y procesos industriales, se busca neutralizar el agua ($\text{pH}=7$), para que puedan ser desechadas al medio ambiente mediante $\text{Na}(\text{OH})$ y/o H_2SO_4 según sea ácido o básico respectivamente.

3. Resultados y discusión

Para evitar que los taninos se arruinen durante el proceso de elaboración, recomendamos que

los instrumentos empleados sean de barro, madera, cobre, latón o cestería. Sin embargo, los instrumentos de hierro reaccionan con los taninos formando ácido ferroxálico; por lo tanto, no son recomendados.

Luego de haber elaborado el tanino, tomando en cuenta los datos previamente mencionados, se procedió a verificar su capacidad como coagulante o separador coloidal. Para ello se tomaron varias muestras de efluentes de diversas procedencias con diferentes concentraciones de suciedad y turbidez. Una de esas muestras, corresponde a una procesadora de alimentos cárnicos, cuyo efluente presentaba una coloración verdosa y por lo tanto una gran cantidad de partículas coloidales, ver Figura 5.



Figura 5. Producto final del tanino como coagulante en el tratamiento de efluentes residuales.

Al finalizar el tiempo de coagulación se apreciaron cambios físicos significativos en el efluente industrial con la separación de sedimentos (partículas coloidales coaguladas y sedimentadas) contenidos en el fondo del vaso químico, así como en la coloración del agua tornándose más clara, ver Figura 6.



Figura 6. Muestra de agua de la procesadora cárnica tratada con tanino de la Musa Paradisiaca.

Posteriormente, se procedió a verificar las propiedades químicas del agua tratada con tanino y se obtuvieron los resultados que aparecen en la Tabla 1.

Parámetro	Efluente	
	Sin tratar	Tratado
Salinidad	0.07 %	4.00%
pH	7.71	1.33
Turbidez	999NTU	443NTU
Oxígeno disuelto	0.04mg/L	0.03mg/L
Conductividad	1.54ms/cm	65.7ms/cm
Temperatura	26.0 °C	27.1 °C

Tabla 1. Propiedades químicas y físicas del agua utilizada

Con los resultados obtenidos hemos deducido que la utilización de tanino a base de la savia del tallo de la *Musa Paradisiaca* puede ser una alternativa para complementar el tratamiento de aguas, principalmente como coagulante. De la tabla anterior, se observa una reducción en la turbidez del agua en torno al 60%; al respecto hay que acotar que el tanino en sí, incorpora al agua cierta coloración, lo cual es propio de su composición.

Debido a su accesibilidad y bajo costo de producción, el tanino podría representar una opción muy atractiva para la industria y al mismo tiempo beneficioso para nuestro ambiente, ya que para su producción no será necesaria la tala de árboles, sino la reutilización de tallos de bananos ya cosechados.

4. Conclusiones

Culminado el presente trabajo, se puede concluir que el agua es el bien más preciado en la tierra y es importante que emprendamos iniciativas para su conservación mediante métodos para su reutilización en actividades domésticas, industriales y agrícolas.

Panamá cuenta con una extensa variedad de vegetación del cual podemos aprovechar y promover el espíritu emprendedor de cada persona para que realice proyectos de esta índole, es decir, aprovechando recursos disponibles en el medio ambiente para la ejecución de proyectos destinados a la conservación de la naturaleza.

En la industria actual, se utilizan coagulantes basados en productos químicos que según

estudios, están asociados con el desarrollo de la enfermedad de Alzheimer en los seres humanos, además de poseer un alto costo. Por esta razón, la implementación de nuevas técnicas para la coagulación de aguas residuales es necesaria, evitando la utilización de sustancias químicas [4].

El tanino a base de savia de la *Musa Paradisiaca*, es un producto natural, preparado con el fin de aprovechar residuos de la industria bananera para la elaboración de un proyecto destinado a la conservación de nuestro medio ambiente.

Tanino para coagulante, una nueva alternativa "...de y para el medio ambiente".

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecemos a Dios por brindarnos la sabiduría, paciencia y esfuerzo para el desarrollo de este proyecto.

La presente investigación fue realizada bajo la supervisión del profesor Alexis Tejedor De León, a quien expresamos nuestros más sinceros agradecimientos por la realización y el éxito de este estudio.

A nuestros padres por el apoyo durante nuestra educación universitaria y a todas las personas que hicieron posible el desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Residuos del plátano: ganancia extra para cultivadores. (2011). Obtenido 12 de junio 2014, de http://extroversia.universia.net.co/dia-a-dia/2013/noticias/actulidad/residuos_del_platano_ganancia_extra_para_cultivadores/actualidad/4033/103/104.html
- [2] REDUCCIÓN DE LA TURBIDEZ DEL AGUA USANDO COAGULANTES NATURALES. (2013). Obtenido 22 de julio 2014, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262013006000029&script=sci_arttext
- [3] Parámetros que miden nutrientes. (2013). Obtenido junio 2014, de http://www.navarra.es/home_es/temas/medio+ambiente/agua/documentacion/parametrosnutrientes.htm
- [4] Martínez, R. M., & Muñoz, S. R. (2012). Una solución factible para la clarificación de aguas para consumo humano. Obtenido junio 2014, de http://www.betsime.disaic.cu/secciones/tec_1_01.htm