

## Evaluación del proceso de biosorción del colorante rodamina contenidas en las aguas residuales de la Cooperativa Textil Manufacturas del Centro Ltda. con cáscara de naranja modificada

Evaluation process of biosorption of rodamina dye content in wastewater of the textile cooperative central manufacturing with orange peels modified"

Arturo M. Melgar M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

Email: jairo10\_9@yahoo.es

### RESUMEN

Las aguas residuales provenientes de la industria textil causan problemas ambientales cuando son vertidos a fuentes receptoras naturales. Los procesos frecuentemente usados para la remoción de colorantes son costosos. En este contexto, se han desarrollado bioprocesos, como la biosorción que utilizan como precursores material orgánico desecho, como una alternativa económica para este tipo de desechos. La cáscara de naranja modificada fue el medio de biosorción que se utilizó en este trabajo. Se evaluó la influencia de las cambios del tamaño de partícula, del tiempo de contacto y de la concentración del biosorbente, simultáneamente en un diseño 23. La mayor remoción de colorante se obtuvo con partículas de 1 mm de diámetro, un tiempo de contacto de 60 minutos y una concentración de biosorbente de 70 g/L. En el nivel mínimo de las variables resultan una baja remoción del colorante.

### ABSTRACT

The wastewater coming of the textile industry cause problem environmental when are disposed to source reservoirs natural. The process frequently used for removing the dyes are expensive. In this context, has been developed bioprocesses, such as biosorption that used as precursory waste organic material, as an economic alternative for this waste type. The orange peels modified was media of biosorption that used in this work. Has been evaluated the influence of the change the particle size, contac time and concentration biosorpbent, simultaneously in a 23 design. The bigger dye removal obtained with particle of  $\leq 1$  mm of diameter, contac time of 60 min and a concentration bioabsorb of 70 g/L. In the smallest level, of the variables resultant a drop removing dye.

### Palabras clave | Key words:

biosorción, cáscaras de naranja, remoción de colorantes  
biosorption, orange peels, dye removal research.

## INTRODUCCIÓN

Las aguas residuales de las unidades de teñido de las industrias textiles son de mucho interés, debido a la problemática ambiental que representan los grandes volúmenes que utilizan en su proceso de teñido. Los tratamientos más usuales para este tipo de aguas son la adsorción con carbón activado, sistemas de tratamiento de agua con oxigenación inducida, electrólisis y digestión anaerobia, todos procesos muy costosos. Ante este panorama, se han dedicado esfuerzos en la búsqueda de nuevas tecnologías, entre ellas, la biosorción surge como una estrategia innovadora, eficiente, económica y amigable con el ambiente. El interés en la investigación del uso de materiales naturales residuales como adsorbentes de contaminantes orgánicos e inorgánicos ha aumentado. La biosorción es un fenómeno de captación pasiva de iones metálicos sobre la superficie de las células de los materiales biológicos inactivos, en el cual participan fenómenos de fisiorción, quimisorción, quelación, microprecipitación, complejación e/o intercambio iónico. Comparado con los procesos de remoción de metales pesados asociados al metabolismo (biotransformación, bioacumulación y precipitación extracelular), la biosorción presenta varias ventajas, tales como: se evitan los efectos tóxicos del metal sobre los organismos vivos, no se requieren nutrientes para el crecimiento de los microorganismos, la remoción del metal es mucho más rápido; el biosorbente generalmente es un subproducto de algún proceso industrial o doméstico por lo que es de bajo costo y es posible separar el metal y el biosorbente, con lo que se reducen los costos de operación. Los colorantes tienen gran persistencia en el ambiente, y los métodos utilizados como oxido-reducciones pueden dejar productos secundarios con alta toxicidad. Dentro de los métodos para la remoción de colorantes están procesos químicos, físicos y biológicos. Específicamente para el tratamiento de colorantes en las aguas residuales se usan métodos de adsorción, coagulación, neutralización, degradación fotocatalítica, filtración por membrana e intercambio iónico. Aunque muchos de estos tratamientos remueven colorantes con gran eficacia, los costos de estos métodos son altos y en otros casos, como se mencionó con anterioridad se generan

productos secundarios con toxicidad.

Las variables ambientales que tiene influencia sobre el proceso de biosorción son el tamaño de partícula del biosorbente, la temperatura, el pH, el tiempo de contacto entre la solución y el biosorbente, la concentración inicial de biomasa y de los metales, la presencia de co-iones en solución. Se han utilizado una amplia gama de materiales de bajo costo y con potencial de ser utilizados en la biosorción como la cáscaras de naranja y de plátano para la remoción de colorantes como azul de metileno, naranja y violeta de metilo de aguas residuales, (Hormaza y Suarez) entre algunos otros se encuentran las cascara de banano, plumas de gallina, residuos de flores para la remoción de azul brillante y rojo Aguilar M. I., Llorens M., Meseguer V., Ortuño J.F., Pérez Marín A.B., Saez J. (2007). En este trabajo se ha de utilizar cascara de naranja como biosorbente en el tratamiento de soluciones acuosas con colorante rodamina, de amplio uso en la industria alimentaria y textilera. La selva central es uno de los principales productores de naranja, cuya cascara residual se encuentra constituida por celulosa, hemicelulosa, sustancias de pectina, entre otros elementos, que la hacen apropiada para la adsorción de colorantes.

El objetivo que persigue el trabajo es evaluar el impacto de la variación del tamaño de partícula, tiempo de contacto y concentración de adsorbente en el proceso de biosorción del colorante Rodamina contenido en las aguas residuales de la Cooperativa Textil Manufacturas de Centro, utilizando cáscara de naranja como adsorbente.

Un colorante es un compuesto que al aplicarse a un sustrato (fibra textil, papel, cuero, material plástico o alimento), le confiere un color más o menos permanente. El color depende de los grupos cromóforos, que son la parte visible de la molécula coloreada, responsable de la absorción de luz en un determinado rango de longitud de onda. Los colorantes según su origen se pueden clasificar en naturales o artificiales, los primeros son los obtenidos de fuentes animales o vegetales. Los colorantes naturales se consideran en general como inocuos y consecuentemente las limitaciones específicas en su utilización son menores que las que afectan a los colorantes artificiales; tienen como desventaja notoria la complejidad

con la que se encuentran en la naturaleza.

Los colorantes sintéticos son extensamente usados en industria textilera, papeleras, farmacéuticas, alimentarias, cosméticas, de laboratorio entre otras. En general la mayor parte de los colorantes son muy persistentes en aguas residuales debido a su solubilidad en agua y por la resistencia a la degradación, la cual está determinada por la complejidad de su estructura, estos colorantes representan un grave problema de contaminación, ya que después de tratamientos convencionales bien sean físicos o químicos, se pueden generar nuevos compuestos que en ocasiones son mas tóxicos que los iniciales.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Preparación de muestra colorante

El análisis de la muestra tomada en la zonas del vertido hacia las aguas del rio Shullcas, y el análisis reportò un contenido promedio de 48 mg/L.

Para la preparar a muestra sintética se mezcló 0,48 g de colorante rodamina con 100 mL de agua bidestilada. Es una coloración muy fuerte

### Tratamiento de la cáscara de naranja

La cáscara de naranja de la zona de la selva central se cortaron en pequeños trozos y se colocaron en agua caliente a 60 OC durante una hora, con la finalidad de eliminar posibles impurezas como azúcares, aceites, polimeros de bajo peso molecular y desactivar enzimas; posteriormente se lavaron varias veces con agua destilada para eliminar diferentes impurezas, se secaron en una estufa a una temperatura de 40 OC para luego ser trituradas y tamizadas alcanzando un tamaño de partícula de malla  $\leq 1,0$  mm y malla  $\geq 2,0$  mm. A continuación el tamizado se lavó con alcohol etílico de 96 % de pureza para eliminar impurezas producto de la molienda y se volvieron a secar a 40 OC .

### Desmetoxilación de la Biomasa

Para la desmetoxilación de la pectina de la cáscara de naranja triturada y tamizada, se colocaron 30 gramos de las partículas seca y tratada de malla  $\leq 1,0$  mm y malla  $\geq 2,0$  mm en 500 ml de una solución de NaOH 0,2 M a una temperatura de 4 °C, manteniendo una agitación

constante por 2 horas sin alterar la temperatura. Luego se deja reposar y se filtra haciendo lavados sucesivos con agua destilada para eliminar el exceso de NaOH, después se seca en una estufa a una temperatura de 40 °C .

### Reticulación de la Biomasa

Se toman 20 gramos de las partículas tratadas secas de malla  $\leq 1,0$  mm y malla  $\geq 2,0$  mm se colocan en 500 ml de una solución de CaCl<sub>2</sub> 0,2 M, manteniendo la mezcla en agitación constante de 200 rpm, durante 24 horas.

Luego del tratamiento con CaCl<sub>2</sub> 0,2 M se deja reposar y se lava varias veces con agua destilada para eliminar el exceso de cloro y calcio. Después se filtra y se seca a una temperatura de 40 °C .

Este proceso permitirá la formación de mallas tridimensionales en la parte interna del material y de esta manera aumentar la estabilidad mecánica como se muestra en la figura 1.

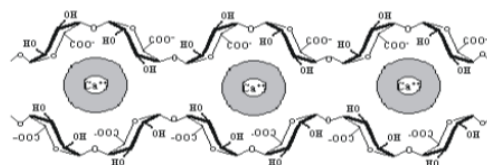


Figura 1. Reticulación de la pectina.

### Biosorción del colorante rodamina

Se toman 100 ml de muestra que contiene la rodamina. Se adiciona según el diseño de investigación, la concentración del biosorbente y el tamaño de partícula para la experimentación. Se enciende el agitador magnético y se inicia a corrida experimental. Transcurrido el tiempo de contacto establecido se apaga el agitador, se filtra el biosorbente y se analiza el contenido del colorante que queda en la solución.

## RESULTADOS

### Remoción del colorante rodamina

Se realizaron experimentos de biosorción tipo batch, utilizando soluciones acuosas del colorante rodamina sintéticas con contenidos de 48 mg/L y cáscaras de naranja modificadas con cloruro de calcio a diferentes tamaños de partícula, diferentes tiempos de contacto y diferentes cantidades del biosorbente. Para recolectar los

datos se analizaron las muestras líquidas finales por espectrofotometría UV-Vis., determinando las concentraciones de rodamina que quedan en las soluciones después de filtrarse.

Los resultados logrados en el proceso respetando el diseño de investigación planificado reportaron los resultados expuestos en la tabla 1:

Tabla 1 Porcentaje de remoción de las pruebas de biosorción con sus repeticiones

Nº Exper.	Tamaño partícula (mm)	Tiempo biosorción (min)	Cocentración biosorción ( g/L)	Porcentaje remoción colorante
1	1	30	10	36,98
2	2	30	10	18,42
3	1	60	10	42,50
4	2	60	10	28,74
5	1	30	70	48,51
6	2	30	70	42,56
7	1	60	70	61,16
8	2	60	70	52,32

Los resultados por triplicado de los contenidos de colorante residual, fueron analizados utilizando el software MINITAB 15.1, para obtener los coeficientes, los efectos, la desviación estándar de los coeficientes y otros parámetros estadísticos del modelo.

Teniendo en cuenta los resultados y análisis del diseño factorial completo, todos los factores estudiados y sus interacciones son significativas, ya que los valores de p-value son menores a 0.05.

De la evaluación se observa que los efectos para los factores principales: tamaño de partícula, el tiempo de contacto y concentración de la biomasa resultan positivos, lo que significa que aumenta al aumentar el nivel de las variables, los porcentajes de remoción pasan de un nivel bajo a nivel alto.

De los datos del cuadro ANVA se concluye que en la biosorción del colorante rodamina utilizando biosorbente de naranja modificado con cloruro de calcio, las variables individualmente, en combinación de pares de variables y en combinación de la tres variables juntas influyen en la biosorción del colorante rodamina.

## DISCUSIÓN

De la tabla 1, se observa que las condiciones adecuadas para la remoción del colorante ro-

damina de aguas residuales textiles es tamaño de partícula  $\leq 1$  mm, tiempo de biosorción 60 minutos y concentración de biosorbente 70 g/L. y las remociones más bajas ocurren cuando el tamaño de biosorbente es  $\geq 2$  mm, tiempo de biosorción 30 minutos y concentración de de biosorbente 10 g/L. La relación inversa del tamaño de partícula en el incremento de la remoción se debe a que el menor tamaño genera una mejor superficie específica de contacto con la solución que contiene el colorante, en tanto que el incremento de la remoción es directamente proporcional al tiempo de contacto y concentración de biosorbente.

Se concluye que se a detectado que la biosorción del colorante rodamina con cascara de naranja modificada es altamente sensible a la variación del tamaño de partícula, tiempo de contacto y concentración de adsorbente simultáneamente

El colorante es removido eficientemente del agua colorida con la cascara de naranja modificada. La cascara de naranja resulta ser un biosorbente potencial para la remoción de este colorante de aguas residuales. El valor adecuado para la remoción resulto ser: tamaño de partícula  $\leq 1$  mm, tiempo de contacto 60 minutos y concentración de biosorbente 70 g/L.

La biosorción es un proceso promisorio que tiene la ventaja de su bajo costo y una alta eficiencia en la remoción de efluentes que tiene contaminantes muy diluidos y no requiere nutrientes como en el caso de tratamiento con microorganismos.

## REFERENCIAS

- Aguilar M. I., Llorens M., Meseguer V., Ortuño J.F., Pérez Marín A.B., Saez J. (2007). Tratamiento de Aguas Residuales. Aplicación de la Biosorción para la eliminación de Metales Pesados y Colorantes. En Importancia del Binomio "Suelo Materia Orgánica" en el desarrollo Sostenible. Mérida Yucatán 2007.
- Rojas Sánchez, María Luz, Díaz-Nava, Vania M. Marín Rangel I y Raúl Cortés-Martínez. (2012) Biosorción del colorante azul-brillante FCF con cáscara de limón modificada, II Simposium en Biotecnología Alimentaria y Ambiental, 2012, AS1-AS3, Morelia, Michuacan, México.
- Hormaza, Angelina y Suarez García, Edgar. (2009). Estudio del proceso de biosorción de dos colorantes estructuralmente diferentes sobre residuos avícolas. Rev. Soc. Quím. Perú, no.3 vol.75, p.329-338.
- Namasivayam C., Muniasamy N., Gayatri K., Rani M. and Ranganathan K. (1996) Removal of dyes from aqueous solutions by cellulosic waste orange peel. Bioresource Technology 57 (1996) 37-43.
- Vargas Rodríguez, M., Cabañas Vargas, D., Gamboa Marrufo, M. y Domínguez Benetton, X. (2009). Evaluación del proceso de biosorción con cáscaras de naranja para la eliminación del colorante comercial Lanazol Navy CE en aguas residuales de la industria textil. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 13-3, pp. 39-43.