

# Degradación de agua residual textil mediante un sistema combinado de Fotocatálisis Microbiológico

## Textile wastewater degradation by a combined Photocatalysis-Microbiological system <sup>1</sup>Gabriela Sánchez Limón

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Indiana 26, Col. Vista Alegre, Puebla, Pue. México,  
Tel. 2721494313, correo electrónico: [gabrielaslimon02@gmail.com](mailto:gabrielaslimon02@gmail.com)

**Palabras clave:** Agua residual, colorantes, degradación, fotocatalisis, microbiológico, sistema combinado.

**Key words:** Wastewater, dyes, degradation, photocatalysis, microbiological, combined system.

## INTRODUCCIÓN

Entre las industrias uno de los giros que más contamina los cuerpos de agua es la industria textil, debido a que utiliza extraordinarias cantidades de agua en la manufacturación de tejidos y emplea una gran cantidad de sustancias químicas en forma de colorantes que son usados en los procesos de teñido e impresión, el problema con este tipo de compuestos es que tiñen el agua y generan variaciones enormes en parámetros como DBO<sub>5</sub>, DQO, sales disueltas, Sólidos Totales Disueltos, pH (Moeller, Mijaylova y Escalante, 2002), entre otros criterios que al excederse afectan la calidad del agua y en consecuencia también la vida acuática. Sumado a que algunos de estos colorantes poseen propiedades tóxicas y carcinogénicas, ocasionando que la salud de la población en general se encuentra en riesgo. México es uno de los principales productores de mezclilla a nivel mundial (Greenpeace, 2012) por lo que la manufacturación de estos y otros productos simboliza una gran aportación económica al país, pero también representan un gran reto para el saneamiento de los efluentes y cuerpos de agua. Puebla es una entidad en la que el principal generador de aguas residuales pertenece al giro textil (Saldaña y Gómez, 2006) y el vertido de aguas residuales sin un tratamiento adecuado o sin tratar ha causado que sus ríos: Atoyac y Alseseca se encuentren en un estado crítico de contaminación, afectando de forma negativa a la población y fauna acuática.

La contaminación de los cuerpos de agua y el impacto ambiental que genera la descarga de una gran cantidad de colorantes ha promovido el estudio de tecnologías, basadas en procesos de degradación y eliminación de colorantes. Entre estos métodos la fotocatalisis se considera una buena alternativa, una de sus ventajas es no ser selectiva, lo cual, permite degradar un abundante número de compuestos contaminantes o una mezcla de ellos. La fotocatalisis requiere de luz para aminorar las sustancias xenobióticas, por lo que una buena fuente de energía es la luz solar que es fácil de captar y no tiene costo. Se ha demostrado que la conjugación de la fotocatalisis con otro método que lo complementa mejora el rendimiento del proceso, uno de ellos es el uso de un tratamiento biológico, gracias a que existen millones de bacterias en el ambiente y en medios con condiciones extremas es posible encontrar especies capaces de degradar colorantes textiles de distintas procedencias y toxicidad, por lo

que un tratamiento biológico en el que se empleen microorganismos como consorcios bacterianos mejorará aún más la eliminación de las sustancias químicas después de un tratamiento por fotocátalisis.

## METODOLOGÍA

En el proceso de fotocátalisis para la degradación de agua residual textil se emplearon los catalizadores  $\text{SiO}_2$ , Erionita,  $\text{SiO}_2/\text{Z17}$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Para la realización de la fotocátalisis heterogénea se empleó un colector solar como el de la figura 1.

Los microorganismos empleados para la biodegradación fueron bacterias aisladas de jales mineros, las cuales están denominadas por los siguientes códigos, B03, B44, K120, K131, MC188, N9 Y N16, en la tabla 1 se muestran los géneros a los que pertenecen estos microorganismos.

### *Fotocatálisis*

Previo a la fotocátalisis heterogénea se realizaron lecturas de textil absorbancia de la muestra textil, posteriormente se dispersó cada catalizador en 0.450 L del agua residual textil en distintos recipientes y se sometieron a un proceso de adsorción-desorción con agitación. Las muestras con cada catalizador:  $\text{SiO}_2$ , Erionita,  $\text{SiO}_2/\text{Z17}$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$  se colocaron en el colector solar (figura 1) a las mismas condiciones de temperatura y tiempo de radiación (8 horas). Además del agua residual tratada con los 4 catalizadores, se colocó un blanco de la muestra textil para tener un referente de la efectividad del proceso. El resultado de este método fue comprobado mediante lecturas de absorbancia de los residuos de fotocátalisis de esta fase.

### *Biodegradación por medio de consorcios*

La biomasa bacteriana se incrementó inoculando caldo LB (Luria Bertani) estéril con cada una de las cepas de forma individual, se incubaron a  $30^\circ\text{C}$  durante un periodo de 5 días, posteriormente se centrifugaron los cultivos a 8000 rpm durante 10 min con el fin de concentrar la biomasa que se resuspendió en medio mínimo mineral. A partir de ello se formaron cinco consorcios de acuerdo con la tabla 1, cada uno en un volumen final de 10ml. Se inocularon 100  $\mu\text{l}$  de cada consorcio por cada muestra con catalizador en tubos de ensaye que contenían residuo de fotocátalisis, en total se realizaron 20 ensayos diferentes (4 catalizadores x 5 consorcios), las muestras se incubaron a  $30^\circ\text{C}$  por 3 días en los cuales se fueron tomando registros fotográficos para observar el proceso de degradación. La aptitud de este sistema se midió en el espectrofotómetro UV-VIS con el sobrenadante posterior a la centrifugación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el proceso de fotocátalisis se logró la eliminación de aproximadamente un 25% del colorante en el agua residual, lo que favoreció a que después con el tratamiento microbiológico el porcentaje de degradación fuera bastante mayor esto comparado a los métodos individuales los cuales por separado no mostraron la eficiencia adecuada en la

Figura. 1 Colector solar con muestras de agua residual



degradación del colorante en el agua residual como se muestra en los gráficos de la figura 2 la cual representa el contraste de aquel conjunto que resulto más eficaz de todos los experimentos realizados con todos los catalizadores y consorcios.

Tabla 1. Conformación de consorcios bacterianos

Numero de consorcio	Clave	Géneros	Numero de consorcio	Clave	Géneros
1	N9	<i>Enterobacter</i>	2	N16	<i>Escherichia Coli</i>
	B44	<i>Pseudomonas putida</i>		B03	<i>Pseudomonas putida</i>
	MC188	<i>Enterobacter</i>		K120	<i>Serratia</i>
	13-8	<i>Enterobacter aerogenes</i>		13-8	<i>Enterobacter aerogenes</i>
	19-20	<i>Enterobacter hormaechei</i>		19-20	<i>Enterobacter hormaechei</i>
	20-11	<i>Enterobacter hormaechei</i>		20-11	<i>Enterobacter hormaechei</i>
3	31-18	<i>Enterobacter aerogenes</i>	4	31-18	<i>Enterobacter aerogenes</i>
	K131	<i>Enterobacter</i>		N9	<i>Enterobacter</i>
	N9	<i>Enterobacter</i>		N16	<i>Escherichia Coli</i>
	MC188	<i>Enterobacter</i>		MC188	<i>Enterobacter</i>
	13-8	<i>Enterobacter aerogenes</i>		13-8	<i>Enterobacter aerogenes</i>
	19-20	<i>Enterobacter hormaechei</i>		19-20	<i>Enterobacter hormaechei</i>
5	20-11	<i>Enterobacter hormaechei</i>	31-18	20-11	<i>Enterobacter hormaechei</i>
	31-18	<i>Enterobacter aerogenes</i>		31-18	<i>Enterobacter aerogenes</i>
	B03	<i>Pseudomonas putida</i>			
	B04	<i>Pseudomonas putida</i>			
	MC188	<i>Enterobacter</i>			
	13-8	<i>Enterobacter aerogenes</i>			
19-20	<i>Enterobacter hormaechei</i>				
20-11	<i>Enterobacter hormaechei</i>				
31-18	<i>Enterobacter aerogenes</i>				

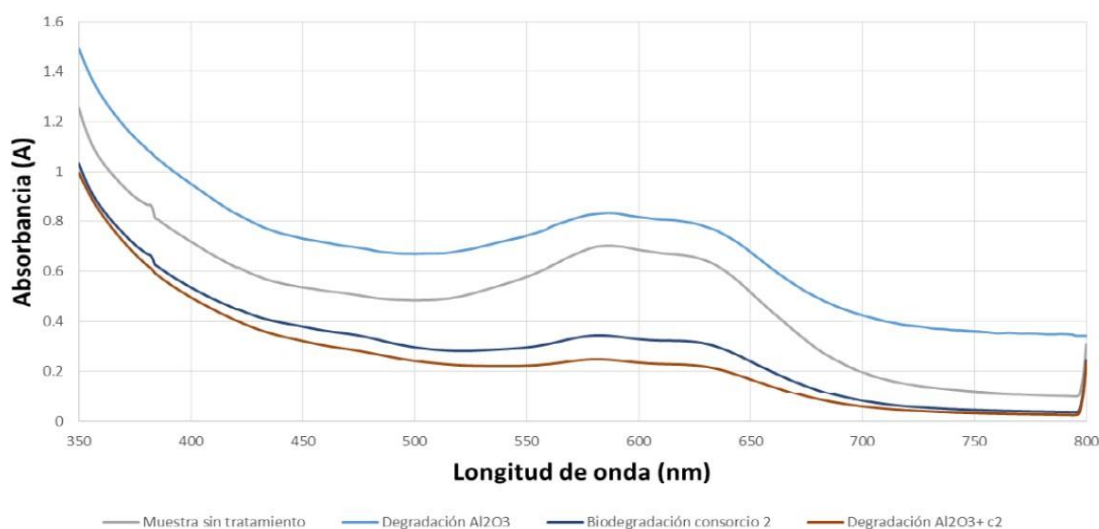


Figura. 2 Degradación de agua residual por el conjunto catalizador  $Al_2O_3$  -consorcio 2

En la figura 2 se observa que después del tratamiento fotocatalítico con el catalizador  $Al_2O_3$  los metabolitos intermedarios producen un aumento en la absorbancia. En el tratamiento

exclusivamente microbiológico (consorcio 2) si se presenta una considerable disminución del colorante en al agua residual, y finalmente el proceso combinado fotocátalisismicrobiológico muestra una degradación del agua residual de aproximadamente el 85%.

## **CONCLUSIONES**

Se confirmó que a partir de la combinación de ambos métodos fotocátalisis-consorcios es posible degradar un agua residual textil, ya que en conjunto ambas tecnologías lograron disminuir la coloración y absorbancia en mayor cuantía que los métodos individuales. Es de importancia decir que el sistema de fotocátalisis usa energía solar lo cual contribuye a tener un menor gasto de energía en el proceso y además que es un sistema amigable con el medio ambiente.

Con la aplicación de esta tecnología se podría disminuir o impedir el vertido de aguas que contienen sustancias tóxicas, y que contaminan los cuerpos de agua, así como disminuir el riesgo de contraer enfermedades cancerígenas y mutagénicas causadas por sustancias como colorantes durante exposiciones prolongadas. La remoción del color y de compuestos tóxicos como los colorantes mejoraría en gran medida el paisaje e imagen de los cuerpos de agua y el conflicto con las comunidades y poblados que colindan con el cauce de los ríos vertidos por efluentes provenientes de las industrias textiles, puesto que, se encontrarían más seguros con su entorno al no encontrarse en constante exposición con químicos que vulneren su salud y la integridad de la fauna, su ganado, sus productos agrícolas y de la comunidad. Esto último beneficiaría a todo el estado ya el consumo de alimentos regados con estas aguas disminuiría el potencial desarrollo de enfermedades causadas por compuestos nocivos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Greenpeace (2012), Hilos tóxicos al desnudo. Greenpeace international. Fuente:  
<http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/contaminacion/Hilos-toxicosmexico.pdf>

Moeller C. G. E., Mijaylova P., Escalante E. V. (2002) Evaluación de alternativas para reúso el agua en tres giros industriales. XXVIII Congreso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental. Cancún México.

Saldaña F. P., Gómez B. M. A. (2006) Caracterización de fuentes puntuales de contaminación en el río Atoyac, México. XXX Congreso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental.