

# REMOCIÓN DE PIGMENTOS DE EFLUENTES A TRAVÉS DE UN BIOFILTRO DE GRAVEDAD DE LECHO FIJO DE EXOESQUELETOS DE ESPECIES MARINAS

REMOVAL OF PIGMENTS FROM EFFLUENTS BY USING GRAVITY BIOFILTER OF FIXED LAYER OF EXOSKELETONS OF MARINE SPECIES

## Autores

Ramón Bonilla; Mariela Campos, Katrina Concepción, Carla Díaz\*, Héctor Herrera, Lisbeth López, Sonia Mojica

## Área

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

## RESUMEN

En este proyecto se confecciona un biofiltro de lecho fijo a base de exoesqueletos (escamas) marinos finamente pulverizados. La característica principal de las escamas, es que contienen un principio activo denominado quitina, en las paredes de su estructura, la cual, según reporte de la literatura consultada es utilizada como material adsorbente de intercambio iónico. El biofiltro construido tiene como objetivo fundamental remover pigmentos, sean estos orgánicos o inorgánicos disueltos en efluentes sintéticos. El procedimiento involucró distintas fases, entre las cuales, se incluyen: secado, pulverización; lavado de las escamas de pescado; confección del lecho del filtro, montaje de las unidades y tratamiento de los efluentes. Los resultados obtenidos en el tratamiento de efluentes con pigmentos disueltos, a base de compuestos químicos o con muestras de pigmentos orgánicos y pasados por gravedad a través del biofiltro construido, es que a medida que se adsorben los pigmentos, el efluente se clarifica cada vez más, situación que resulta eficiente, por el hecho de que las escamas no son solubles en medio acuoso. En este orden de ideas, los biofiltros construidos fueron capaces de remover pigmentos inorgánicos en unidades de tratamiento sencillas,

## ABSTRACT

In this project a biofilter fixed bed is constructed based on marine exoskeletons (scales) finely pulverized. The main characteristic of the flake, is containing an active substance called chitin, on the walls of the structure, which according to the literature report, is used as adsorbent material inter-exchange ion. The built biofilter's main purpose is to remove pigments, whether they are inorganic-organic or synthetic effluent dissolved mechanics. The procedure involved different phases, which include: drying, spray; washing the fish scales; making the filter bed, mounting units and effluent treatment. The results obtained in the treatment of effluent with dissolved pigments based chemical compounds or organic samples and past pigments gravity constructed through the biofilter, is that as the pigments are adsorbed, the clarified effluent increasingly gets clearer each time. This situation is efficient, due to the fact that the flakes are not soluble in an aqueous medium. In this vein, the built biofilters were able to remove inorganic pigments simple treatment units, while less proved effective in removing organic pigments of animal origin; for which the use of various treatment units in series is needed; as it could be verified in laboratory tests.

*Bonilla (et al): Remoción de pigmentos de efuentes a través de un biofiltro de gravedad de lecho fijo de exoesqueletos de especies marinas.*

mientras que se mostraron menos efectivos en la remoción de pigmentos orgánicos de origen animal; para los cuales se hace necesaria la utilización de varias unidades de tratamiento en serie; como pudo ser verificado en los ensayos de laboratorio.

**PALABRAS CLAVES**

Biofiltro, efluentes líquidos, escamas, exoesqueleto, quitina.

**KEY WORDS**

Biofilter, chitin, exoskeletons, fish scales, liquid effluents.

## 1. Introducción

Cada año, una cantidad considerable de subproductos derivados del pescado o de molusco es eliminada y no es totalmente aprovechada, cosa que puede ocasionar un serio problema medioambiental [1], entre estos encontramos las escamas que son las menos reutilizadas por la poca y no específica información que se tiene de ellas [2].

Las escamas son aquellas láminas aplanadas presentes en la dermis de muchos seres vivos, en este caso, los pescados [2]. Éstas se presentan en gran cantidad, están imbricadas entre sí, recubriendo la piel, y otorgando, principalmente protección y aislamiento [3]. Actualmente se ha creado un mercado, que está generando interés en las industrias para la elaboración de cosméticos y artesanía, sin embargo no se le explota al máximo el potencial que aquellas tienen dándole un uso más significativo en nuestra sociedad [4].

Es por esto que se toma la iniciativa de crear un biofiltro a base de escamas de pescado que funcione para la filtración de pigmentos de efluentes líquidos, de esta forma se contribuirá a disminuir los niveles de contaminación en industrias que pongan en práctica este método. Los filtros que utilizan materiales orgánicos como empaque (paja, escamas, pasto, madera, turba, etc.) son los llamados “biofiltros”. El efluente, aguas servidas o residuos líquidos con pigmentos son compuestos diseñados para ser altamente resistentes, incluso a la degradación microbiana, por lo que son difíciles de eliminar en las plantas de tratamiento convencionales [5]

Por lo expuesto anteriormente, se ha basado la formulación del presente proyecto de investigación en la búsqueda de una alternativa al poner en función el biofiltro elaborado, el compuesto atraviesa la superficie del mismo y se escurre por el medio filtrante quedando retenida las partículas de los pigmentos de efluentes líquidos, la cual es consumida por

la actividad microbiológica. Como objetivo principal del proyecto, es clarificar el agua que contiene pigmentos, mediante la utilización de un biofiltro de gravedad de lecho fijo elaborado a partir de escamas de pescados finamente pulverizadas.

## 2. Métodos y materiales

En esta sección se muestran los materiales y la metodología utilizada para la elaboración de biofiltro a base de escamas.

### 2.1 Obtención de la materia prima

Se recolectaron las escamas del pescado, especialmente de escamas de la corvina, las cuales fueron obtenidas de industrias procesadoras de productos marinos de la región, mercados de mariscos y restaurantes de la localidad, quienes no les daban un uso y las desechaban. Las escamas fueron extraídas manualmente.

Posteriormente, las escamas se lavaron con agua potable de la red pública con el objetivo de retirar la materia orgánica adherida. Seguidamente, las mismas se procedieron a secar a la acción de los rayos ultravioletas durante un periodo de tiempo entre 6 a 10 días, hasta que estuviesen completamente secas.

### 2.2 Tamizado y pulverización

Una vez pasado el tiempo de secado se procedió a la trituration de las escamas para luego minimizarlas a los diámetros menores a 1.18 mm en un tamiz número 16.

### 2.3 Confección del biofiltro

Se decidió elaborar un biofiltro de lecho fijo, como se observa en la figura 1, el cual deja pasar el efluente solo por el efecto de acción de la gravedad, estos también llamados filtros lentos, ya que tiene como ventaja, la eficiencia de clarificar el agua, debido a que a medida que el líquido atraviesa el lecho de escamas, se le facilita la separación de los sólidos (pigmentos) que no se sedimentan al momento de crear la solución.

---

\* Corresponding author:  
carla\_adc22@hotmail.com



Figura 1. Confección manual del biofiltro.

#### 2.4 Lavado final

El proceso de lavado de las escamas se realizó a base de agua. Una vez pulverizadas y colocadas en el embudo de separación cilíndrico, se le vierte agua al filtro, para que éste suelte su color natural y quede libre de cualquier colorante no deseado, y se pueda filtrar las diferentes soluciones de la manera correcta y más eficiente. El lavado se realizó hasta observar que en el agua de lavado final estuviera lo más transparente posible. En la fotografía de la Figura 2 a continuación, se observa una secuencia de diferentes coloraciones del agua proveniente del lavado de las escamas pulverizadas.



Figura 2. Etapas del residuo de la limpieza de las escamas (biofiltro).

#### 2.5 Tratado de efluentes

Las pruebas realizadas se llevan a cabo después que las escamas fueron lavadas. Los efluentes sintéticos tratados se prepararon tanto con

compuestos orgánicos como inorgánicos.

Las observaciones preliminares dieron como resultado la degradación y retención de las partículas de pigmentos en las partículas de escamas. Esto se debe a la propiedad que tienen las escamas como medio adsorbente, ya que las escamas poseen un polímero llamado quitina la cual es un compuesto cuya principal función en la naturaleza es estructural, es decir que forma parte esencial de tejidos que dan soporte y protección al cuerpo del organismo.



Figura 3. Tratamiento de efluentes sintéticos con azul de metileno y con sangre.

### 3. Resultados y discusión

El biofiltro fue elaborado a base de exoesqueletos (escamas) de especies marinas pulverizadas porque estas tienen un polímero llamado quitina la cual cuenta con propiedades peculiares que la hace atractiva para el desarrollo de procesos de adsorción y remoción de pigmentos, metales, compuestos de interés o contaminantes.

De acuerdo a los resultados obtenidos en cuanto a pigmentos inorgánicos en soluciones utilizadas y sus propiedades medidas como el pH y la turbidez podemos concluir que este biofiltro logra su propósito en un alto porcentaje ya que el agua potable al mezclarlo con el pigmento aumentó estas propiedades y luego de ser tratado estas disminuyeron y dieron resultados muy parecidos al agua potable sin mezclar; sin embargo la conductividad muestra que entre el agua potable y la solución sin tratar son muy semejantes y la que difiere es la solución tratada, aumentando debido que al pasar por el biofiltro de escamas, éstas le aportan iones.

Para lograr que las escamas den con los objetivos deseados es necesario que éstas pasen por un lavado luego de ser recolectadas para remover la suciedad que éstas contienen, seguidamente pasan a ser secadas al ser expuestas al sol por aproximadamente 10 días, así al momento de pulverizarlas podemos obtener la mayor materia prima deseada.

Una vez preparada las escamas se procede a estructurar el biofiltro como se mencionó anteriormente.

El lecho que tiene como función la adsorción de los pigmentos. Como se mencionó, fue necesario un lavado previo de las escamas que poseen un recubrimiento mucoso en su piel de origen glandular que ocupa cierto espacio en las paredes de su estructura que la protege contra la abrasión producida por condiciones inadecuadas en el agua (modificaciones del pH, dureza, salinidad, temperatura, etc.).

Cuando esas modificaciones superan los niveles soportados por la mucosa protectora, ésta se desprende, característica que aprovechamos

para la adsorción de los pigmentos porque al cambiar las propiedades del medio en el que se encuentra al verter agua en ellas y ésta al desprenderse deja paso a que las partículas de pigmentos entren en el espacio liberado.

Una vez terminado el biofiltro se procede a realizar pruebas con pigmentos o sustancias orgánicas e inorgánicas.

#### 3.1 Remoción de pigmentos orgánicos

Entre los orgánicos se utilizan sustancias como la sangre y la clorofila dando como resultado la remoción del pigmento como se muestra en las siguientes figuras.



Figura 4. Resultados obtenidos del tratamiento de efluentes conteniendo clorofila.

Como se puede observar en la figura a continuación, el biofiltro construido fue capaz de remover pigmentos orgánicos vegetales en una única etapa, es decir, no fue necesario un re-filtrado posterior, situación que sí fue necesaria en el tratamiento de efluentes con pigmentos orgánicos animales, como se muestra en la figura a continuación.



Figura 5. Resultados obtenidos del tratamiento de efluentes para la remoción de pigmentos orgánicos animales.

Lo anterior pone de manifiesto, que pareciera ser que para el tratamiento de efluentes industriales conteniendo pigmentos orgánicos de origen animal, serían necesarias varias etapas de filtración.

El sistema de varias etapas de filtración se conseguiría mediante la utilización de un número determinado de biofiltros colocados o distribuidos en serie como se presenta en la figura a continuación.

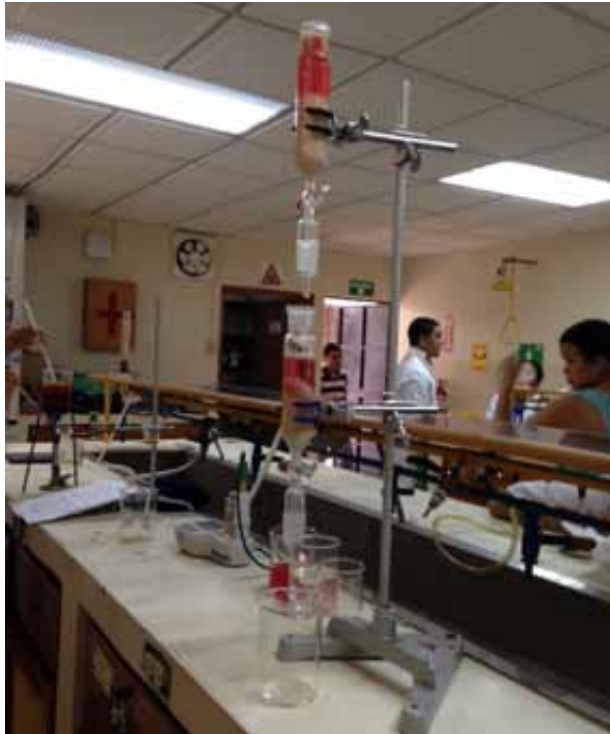


Figura 6. Disposición de biofiltros en serie para el tratamiento de efluentes con pigmentos orgánicos de origen animal.

Estas figuras reflejan que el biofiltro para pigmentos orgánicos lleva consigo más de una etapa de filtración porque suponemos que como los compuestos orgánicos presentan enlaces covalentes es más complicado la separación entre sus componentes por lo que la filtración resulta lenta y se necesitan más etapas de filtración.

### 3.2 Remoción de pigmentos inorgánicos

Al probar con compuestos inorgánicos se observa un resultado más efectivo ya que estos presentan enlaces iónicos que son más fáciles de romper, lo que da una filtración más rápida que conlleva solo una etapa.



Figura 7. Tratamiento de efluente con azul de metileno.

Al verificar las propiedades físico-químicas del efluente tratado se arrojaron los siguientes datos que se muestran en la Tabla 1:

Tabla1. Propiedades físico-químicas de los efluentes

Parámetro	Efluente		
	Agua del grifo	Efluente	Efluente tratado
Oxígeno disuelto (mg/L)	0.04	0.04	0.04
Conductividad (mS/cm)	0.007	0.079	0.079
Temperatura (°C)	29.9	30.7	30.7
Salinidad (%)	0	0	0
pH	7.03	8.56	8.56
Turbidez (NTU)	4.34	6	6

Estos resultados se pueden interpretar de la siguiente manera:

En cuanto a la salinidad se muestra que cada efluente no cuenta con salinidad.

Se puede notar que el pH en el agua del grifo y la solución tratada son semejantes, pero la solución antes de filtrarse posee un pH más básico.

La turbidez refleja la calidad y claridad del agua, a medida que es mayor, es más turbia y viceversa, se observa que la solución con el pigmento está más turbia y la solución tratada no, pues se asemeja más al agua del grifo.

La conductividad se asemeja mucho entre el agua del grifo y la solución sin tratar, pero se puede notar que a medida que la solución es filtrada su conductividad aumentó.

#### 4. Conclusiones

Como sabemos el agua es el bien máspreciado que hay en la tierra y es importante que tomemos iniciativas para su conservación, implementando métodos para su reutilización en actividades ya sean domésticas, industriales o agrícolas.

Al realizar este proyecto, se le puede dar un uso secundario tanto a las escamas de pescado, que son muy abundantes y poco reutilizadas en nuestro país y al agua que es tratada, ya que como se vio anteriormente, ésta en comparación con el agua potable, no tiene gran diferencia en las propiedades químicas, sin embargo no es recomendable para beber, pero si se le puede dar un buen uso en el área agrícola, en el lavado de infraestructuras, automóviles, mobiliario, entre muchas otras cosas, que principalmente no implique la acción de ser ingerida.

Una vez culminado el presente trabajo, se puede concluir que las escamas aparte del uso artesanal que le dan en Panamá también se puede utilizar de una manera más significativa y de mayor valor agregado como es la creación de un biofiltro que podría ayudar a la reducción de la contaminación de las industrias textil y cosméticos, entre otras, para remover los pigmentos debido a que estos son difíciles de eliminar en plantas de tratamientos convencionales debido a que estos son altamente resistentes incluso a la degradación microbiana; es por esto que nuestro proyecto resultaría más efectivo ya que retiene las partículas de pigmento y no degradarlo.

Finalmente, este sería el inicio de un significativo proyecto, que podría ser implementado en grandes industrias en donde la principal materia prima utilizada es el agua, pigmentos

y colorantes sintéticos, generándose así gran cantidad de aguas residuales que le hacen daño al medio ambiente.

#### AGRADECIMIENTOS

En primer lugar le agradecemos a Dios por permitirnos contar con la sabiduría, entendimiento, tiempo y paciencia que necesitábamos para llevar a cabo la realización de este proyecto, debido a que sin él, hubiese sido un fracaso.

También al profesor, Dr. Alexis Tejedor, quien nos incentivó a la investigación y realización de este proyecto y nos dedicó su tiempo para su culminación.

A nuestros padres y demás familiares por el apoyo durante esta educación universitaria y a todas las personas que hicieron posible la elaboración de este proyecto.

#### REFERENCIAS

- [1] Noejovich, H.O. (1991) Normatividad, institucionalidad y tecnología: el comportamiento peculiar de agentes en la industria pesquera. *Economía*, vol. 14, N. 28, 345 - 397 pp.
- [2] Rahy., N.A. (1993) El pescado blanco (género *Chirostoma*) del Lago de Patzcuaro, Michoacán, Composición de especies. *Ciencia Pesquera*, Vol. 9, 113 - 128 p.
- [3] Hurtado, V.L.; Herrera, Y.M. & Gómez, D.A. (2013) Efecto del uso de la escama de pescado en la alimentación de codornices sobre la calidad del huevo. *Revista CITECSA*, Vol. 4, N, 6, 59 - 69 p.
- [4] Avdalov, N. (2015). Manual de calidad y procesamiento para venta minorista de pescado. Disponible: <http://www.mercadosinternos.infopesca.org/operarios.pdf>. Accesado 20 de jun. 2015.
- [5] Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Iztapalapa (2011). «Producción de quitina y quitosano - Nuevo proceso biotecnológico».