

## Remoción de iones $\text{Ca}^{+2}$ , $\text{Cu}^{+2}$ , $\text{Cd}^{+2}$ y $\text{Pb}^{+2}$ mediante la filtración de una membrana de polipropileno modificada con quitosano

Flores Reyes Jorge Alberto<sup>1</sup>, Gómez Espinosa Rosa María<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Química de la Universidad Autónoma del Estado de México, Paseo Tollocan/Paseo Colón s/n, CP 50120.

<sup>2</sup>Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable UAEM-UNAM, Facultad de Química, Carretera Toluca-Atacomulco Km 14.5, CP 50200.

rosamarigo@gmail.com

Fecha de aceptación: 5 de agosto de 2015

Fecha de publicación: 23 de septiembre de 2015

### RESUMEN

En el presente proyecto de investigación se llevará a cabo la evaluación de la eficiencia de remoción de iones  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$  y  $\text{Pb}^{+2}$  utilizando como filtro una membrana de polipropileno modificada con quitosano, en donde se propone que los iones se coordinen con los grupos hidroxilo y amino del polisacárido para remover los iones de la solución acuosa. Se preparan soluciones de concentración conocida de  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CdSO}_4$  y  $\text{PbSO}_4$  conforme a los límites máximos permitidos para agua de uso común establecidos en la NOM-127-SSA1-1994 "Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano – límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización" para evaluar la eficiencia de remoción de iones en las membranas modificadas, analizando los filtrados por Espectrometría de Absorción Atómica. La eficiencia de la membrana está determinada en función de la máxima remoción de los metales en las soluciones preparadas, las cuales deben presentar valores debajo del límite máximo permisible para cada metal en estudio como se indica en la norma.

**Palabras clave:** remoción, polipropileno, quitosano.

### ABSTRACT

The present investigation project will evaluate the ions  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Cu}^{+2}$ ,  $\text{Cd}^{+2}$  and  $\text{Pb}^{+2}$  for the removal efficiency using a polypropylene modified with chitosan membrane as a filter, is proposed that the ions coordinate with the hydroxyl and amino groups of the polysaccharide for the removal in aqueous solution. Solutions of  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{CdSO}_4$  and  $\text{PbSO}_4$  with known concentration are prepared according to the maximum levels permitted for water of common use established in NOM-127-SSA1-1994 "Environmental health, water for common and human use – quality permitted limits and water treatment for its potabilization" to evaluate the ion removal efficiency for the modified membranes, analyzing the filtered solutions with Atomic Absorption Spectrometry. The efficiency of the membranes is determined by the maximum metal removal of the prepared solution, which must show values under the maximum limit permitted for each metal in study as written in regulation.

**Key words:** removal, polypropylene, chitosan.

## INTRODUCCIÓN

El agua constituye un compuesto químico trascendental para todo ser vivo, siendo además uno de los más importantes motores que impulsan el desarrollo industrial de las sociedades modernas. Sin embargo, la investigación, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías, productos o servicios así como las actividades antropogénicas cotidianas, han ocasionado una gran demanda del recurso hídrico que hoy en día, es difícil de satisfacer por la sobreexplotación que se hace del mismo. (Ruíz, S., 2012),

Actualmente, México como muchos otros países en vías de desarrollo, enfrenta grandes problemas derivados de la disminución acelerada del agua potable en las zonas con mayor densidad de población, lo que aunado a la creciente contaminación de los cuerpos receptores (que a su vez sirven como fuentes de abastecimiento) origina un importante desequilibrio ecológico, económico y social en el país.

La contaminación por metales pesados en el agua es un problema serio debido a la toxicidad, larga persistencia, bioacumulación y biomagnificación en la cadena alimentaria de los metales pesados. Los metales pesados se introducen en el medio ambiente generalmente a través de fenómenos naturales y actividades humanas. Para los investigadores es siempre un reto eliminar metales pesados del agua. La remoción efectiva es importante para la protección del ambiente y la salud del hombre. (Bessbousse, H. et al., 2007)

Existe un problema adicional ocasionado por la alta concentración de iones calcio o magnesio en agua, denominado dureza en el agua, contiene sales incrustantes, lo que dificulta la cocción de legumbres e impide la formación de espuma del jabón.

Esto se debe a que los cationes reaccionan con ciertos aniones para formar precipitados en condiciones supersaturadas, el efecto sobre los detergentes redundando en mayor consumo de éstos y conduce a la formación de precipitados que se acumulan en los conductos. (Liu, X., *et. al.*, 2009)

Entre las diferentes técnicas que existen para la eliminación de metales pesados del agua están: la precipitación, reducción electroquímica, intercambio de iones, ósmosis inversa, adsorción o extracción con solventes y filtración con membrana.

Algunas de éstas técnicas antes mencionadas han resultado ser no viables económicamente o de periodos largos de realización. Uno de los métodos de mayor relevancia y bajo costo es la filtración con membranas. Ya sea ultrafiltración, microfiltración y nanofiltración. (Maximous, N., *et.al.*, 2010)

En este trabajo se plantea el uso de una membrana de polipropileno modificada con quitosano (un material barato), con el cual se eliminarán iones metálicos, los cuales son encontrados en aguas residuales. Se considera que esta membrana es potencialmente biodegradable y que económicamente es viable debido a los reactivos utilizados.

El quitosano utilizado en la modificación de la membrana de polipropileno mejora las propiedades de selectividad, haciendo más eficiente la eliminación de los contaminantes debido a la presencia de grupos polares tales como hidroxilo y amino.

## METODOLOGÍA

### Modificación de membrana

Se induce el injerto de quitosano sobre la superficie de una membrana de polipropileno isotáctico en un fotorreactor químico irradiando energía en el rango Ultra Violeta.

Evaluación de remoción de las membranas

Se filtran soluciones sintéticas con concentración conocida simulando el límite máximo de descarga del sector industrial establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, Que establece los

límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, resultados que obtengan dictamen de aprobado para uso común deberán estar por debajo de los límites presentados en la Norma Oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994 “Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización”

**Tabla 1:** Tabla de límites establecidos.

Metal en estudio	Límite NOM-001-ECOL-1996 (mg/L)	Límite NOM-127-SSA1-1994 (mg/L)
Ca <sup>+2</sup>	750	500
Cu <sup>+2</sup>	4.0	2.0
Cd <sup>+2</sup>	0.1	0.001
Pb <sup>+2</sup>	0.2	0.02

### Reactivos

Sulfato de Calcio: marca Fermont, pureza 99.4 %, Caducidad Abril 2019.  
Sulfato de Plomo marca Aldrich, pureza 98.0 %, Caducidad Junio 2019.  
Sulfato de Cobre marca Fermont, pureza 99.9 %, Caducidad Mayo 2019.  
Sulfato de Cadmio marca Fermont, pureza 99.9%, Caducidad Junio 2019.

Los filtrados se analizan mediante espectrometría de absorción atómica en equipo marca Phillips, modelo 9100X, calibración vigente.

**Tabla 2 :** Condiciones de lectura

Metal en estudio	Calcio	Cobre	Cadmio	Plomo
Longitud de onda de lectura	422.7 nm	324.8 nm	228.8	217.0
Bandpass	0.5 nm	0.5 nm	0.5 nm	0.5 nm
Gases	Ac/aire	Ac/aire	Ac/aire	Ac/aire

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de las lecturas de los filtrados para cada solución sintética se pueden observar en la siguiente tabla.

**Tabla 3.** Remoción de iones en solución sintética

Metal	Ca	Cu	Cd	Pb
Concentración inicial	750 mg / L	4.0 mg / L	0.1 mg / L	0.2 mg / L
Concentración final	350 mg / L	1.2 mg / L	ND	ND

ND = No Detectable

Los resultados de los filtrados para cada uno de los metales se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos en las normas mexicanas NOM-127-SSA1-1994 “Salud Ambiental, agua para uso

y consumo humano – límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización, simulando de esta manera la remoción efectiva de estos metales en soluciones sintéticas.

## CONCLUSIONES

Las membranas modificadas remueven de manera efectiva los metales en solución sintética partiendo de los niveles máximos permitidos para descarga del sector industrial para obtener concentraciones dentro de las normas mexicanas para uso humano.

## REFERENCIAS

- Liu, X. *et al.*, (2009) Removal of copper by modified chitosan adsorptive membrane, *Front. Chem. Eng., Dalian University of Technology, China*, 3(1): 102–106.
- Ruíz, S., (2012), Tratamiento de Muestra en la Determinación de Plomo en Agua del Río Natividad Oaxaca, Tesis de Licenciatura, México, Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad de la Sierra Juárez, Oaxaca.
- Maximous, N.; Nakhla, G. ; Wan, W. (2010), Removal of Heavy Metals from Wastewater by Adsorption and Membrane Processes: a Comparative Study, *World Academy of Science, Engineering and Technology, International Science Index* 40, 4(4), 532 - 537. 105–110.
- Bessbousse, H. *et al.*, (2007), Removal of heavy metal ions from aqueous solutions by filtration with a novel complexing membrane containing poly (ethyleneimine) in a poly (vinyl alcohol) matrix, en *Revista Science Direct [En Línea]*, Septiembre 2007, Universidad de Hassan, Marruecos.
- NOM-127-SSA1-1994 “Salud Ambiental, agua para uso y consumo humano – límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización.
- NOM-001-ECOL-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- Milosavljevic N., *et al.*, (2011), Removal of Cu<sup>2+</sup> ions using hydrogels of chitosan, itaconic and methacrylic acid: FTIR, SEM/EDX, AFM, kinetic and equilibrium study, *Revista Colloids and Surfaces*, Agosto 2011, Universidad de Serbia, pp 59 - 69.
- Bakarat M., (2011), New trends in removing heavy metals from industrial wastewater, *Arabia Journal of Chemistry*, Julio 2010, Universidad King Saud, Arabia Saudita, pp 361 - 377.
- Chauhan S., (2015), Modification of chitosan for sorption of metal ions, *Jorunal of Chemical and Pharmaceutical Research*, College Sanjauli, India, pp 49 – 55.
- Moreno-Bonett, C., *et al.*, (2012), Determinación de metales pesados en el agua de un canal de Xochimilco (México, D.F.) como proyecto de Servicio Social, *Revista INTERFASE, UNAM*, Junio 2012, México, pp 375 – 382.