

# Biopolímero en el tratamiento de aguas

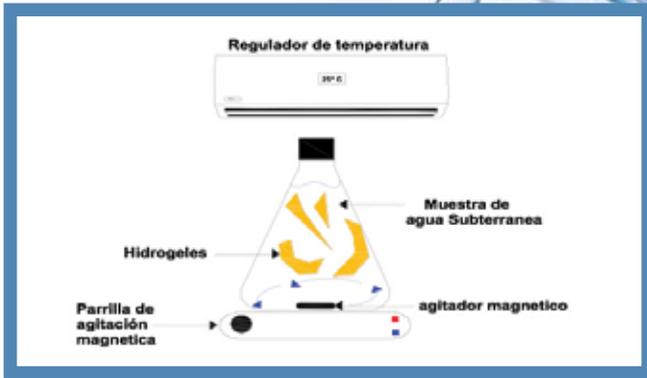
► Dr. Juan Carlos Burillo Montúfar, M.E.S. Irma Liz Piñón Carmona, M.I. Javier Gonzalez Cantú y el M.I. Iván Pamela Tecuautzin

Universidad Autónoma de Chihuahua /Facultad de Ingeniería  
FINGUACH Año 6, Núm. 20, junio - agosto del 2019

Ante el reto de proveer agua de calidad para consumo humano a la población actual surgen varios aspectos a considerar como la fuente de abastecimiento de agua superficial o subterránea, su calidad y las opciones de tratamiento para disminuir o eliminar de manera viable y factible contaminantes del agua.

En el estado de Chihuahua la principal fuente es el agua subterránea y su calidad se ve alterada por las formaciones geológicas que la contienen, de ahí la importancia de monitorear la calidad del agua en los pozos en operación. El muestreo de agua en los pozos sigue un protocolo específico, además se exige que el pozo haya estado un día en operación previo a la toma de la muestra de agua. El año pasado, entre marzo y noviembre de 2018, se realizó un estudio de caracterización de agua de algunos pozos ubicados dentro de los acuíferos Chihuahua-Sacramento, Tabalaopa-Aldama y El Sauz-Nombre de Dios. En los pozos se evaluaron las concentraciones de carbonatos, sulfatos, cloruros, arsénico (As) uranio (U) y flúor (F) en el agua. Se advierte que la presencia del As, U y F es natural y obedece a procesos de interacción roca-agua de suelos y rocas que lavaron el agua subterránea por millones de años y que estas rocas contenían en su estructura minerales como uraninita, uranofano, fluorita, arsenopirita, y que al intemperizarse por el agua o el viento formaron material granular no consolidado, depositándose en el suelo o formado rellenos aluviales. Los resultados de este estudio son similares a otros de caracterización hidrogeológica (Ortega-Guerrero 2009).

En el mundo se han probado con éxito biopolímeros como adsorbentes de los contaminantes del agua, muchos de los cuales son residuos de la industria, actividades agrícolas o municipales. Entre los materiales más conocidos están la celulosa, los huesos de animales, los restos de peces, la hulla, entre otros. Uno de estos materiales empleado como adsorbente es la quitina, la cual se obtiene de la cáscara de los mariscos. La quitina se puede transformar en el laboratorio en un nuevo material llamado quitosano. Cuando el quitosano se mezcla con otros productos químicos como el formaldehído puede formar una malla o red capaz de atrapar más fácilmente contaminantes del agua. Esta red polimérica se forma cuando el material al estar en contacto con el agua se expande con facilidad formando un hidrogel que se adapta a cambios de temperatura y pH y puede atrapar contaminantes con cargas negativas o positivas.



**Figura 1.** Esquema experimental para las pruebas de adsorción.

El proceso de síntesis de un hidrogel de quitosano (Pérez-Calixto *et al.* 2016) es un trabajo complejo, por ejemplo, con 100 gramos de quitosano es posible obtener alrededor de 65 gramos de hidrogel.

Las pruebas se realizan cuando el hidrogel está sintetizado, hay estudios que únicamente prueban agua sintética, es decir agua destilada a la que se le disuelve algún elemento químico de interés, otros estudios han empleado aguas residuales y otros comparan la eficiencia de un material adsorbente empleando ambos tipos de aguas.

Las pruebas de adsorción se realizan en recipientes de vidrio en los que se deposita el agua de estudio y el material adsorbente que se mantiene en agitación durante un tiempo determinado, que por lo general es de uno a tres días, el equipo se acondiciona a una temperatura controlada y se monitorea el pH del agua. El análisis químico va de acuerdo al objetivo del estudio porque lo que se busca puede ser eliminar cromo, flúor, cobre u otro elemento químico del agua. En una prueba de adsorción se retiran cada cierto tiempo pequeñas porciones del agua, se preservan con ácido o se refrigeran y después evalúan químicamente en un espectrómetro de masas. Lo que se espera de una prueba de adsorción es que el contaminante quede atrapado en la superficie adsorbente y que la concentración del elemento disuelto en el agua disminuya y con el tiempo no varíe por lo que se dice que se ha alcanzado un equilibrio. La capacidad de remoción del material adsorbente se reporta como mg/g, es decir mg de contaminante adsorbido por g de material adsorbente. Los gráficos característicos del proceso de adsorción son las cinéticas e isotermas de adsorción, las primeras miden la cantidad adsorbida de un material en el tiempo, mientras que las segundas miden cómo responde un material adsorbente bajo concentraciones distintas empleando un tiempo óptimo que fue obtenido en las cinéticas de adsorción. Los datos de equilibrio obtenidos en las pruebas de adsorción se ajustan a una isoterma. Las isotermas más conocidas son la de Langmuir y Freundlich.

Se sintetizaron algunos hidrogel de quitosano y se probaron como adsorbentes de arsénico y flúor en algunas muestras de agua subterránea de la ciudad de Chihuahua.

La dificultad que presenta probar materiales adsorbentes en agua natural, no sintética, es que los iones disueltos en el agua como bicarbonatos, cloruros y sulfatos compiten con el arsénico y flúor por los sitios activos del adsorbente.

Los hidrogel de quitosano pudieran emplearse como material adsorbente a bajo costo para el tratamiento del agua subterránea que se destine al consumo humano, minimizando el uso de químicos y su impacto al medio ambiente.

## Referencias

- Ortega-Guerrero MA. (2009) Presencia, distribución, hidrogeoquímica y origen de arsénico, fluoruro y otros elementos traza disueltos en agua subterránea, a escala de cuenca hidrológica tributaria de Lerma-Chapala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, Vol. 26, 1, 143-161
- Pérez-Calixto MP, Ortega A, García-Uriostegui L, Burillo G (2016) Synthesis and characterization of N-vinylcaprolactam/N, N-dimethylacrilamide grafted onto chitosan networks by gamma radiation. *Radiat Phys Chem*, 119: 228-235
- Kamble SP, Jagtap S, Labhsetwar NK, Thakare D, Godfrey S, Devotta S, Rayalu SS (2007) Defluoridation of drinking water using chitin, chitosan and lanthanum-modified chitosan. *Chemical Engineering Journal*, 129, 173-180
- Bhatnagar A, Kumar E, Sillanpaa M (2011) Fluoride removal from water by adsorption: A Review. *Chemical Engineering Journal*, 171, 811-840
- Pathan S, Bose S (2018) Arsenic removal using "Green" Renewable Feedstock-Based Hydrogels: Current and Future Perspectives. *ACS Omega*, 3, 5910-5917