

REMOCIÓN DE FLÚOR EN AGUA UTILIZANDO UNA COLUMNA DE ADSORCIÓN DE BAJO COSTO PARA SU USO EN COMUNIDADES RURALES DEL ESTADO DE GUANAJUATO

Mejía Martínez Baruch (1), Dra. Araceli Jacobo Azuara (2)

1 [Bachillerato General] | [baruchmm1234@gmail.com]

2 [Departamento de Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [azuara@ugto.mx]

Resumen

En este proyecto nos enfocamos en la contaminación por un elemento en particular que es el flúor. Todo el uso que el humano le dio al flúor desembocó en la contaminación del agua. La importancia de esa contaminación por flúor radica en que la mayoría de los compuestos constituidos por flúor tienen un alto nivel de toxicidad. Utilizando Columnas rellenas de alúmina, buscamos bajar la concentración de F⁻ de agua. Sintetizamos HDL para compararlo con la alúmina y su efectividad en una columna de bajo costo de mantenimiento.

Abstract

In this project we focus on the contamination by a particular element that is fluorine. All the use that the human gave to the fluorine led to the contamination of the water. The importance of this contamination by fluorine is that most of the compounds constituted by fluorine have a high level of toxicity. Using columns filled with alumina, we sought to lower the concentration of F⁻ of water. We synthesize HDL to compare it with alumina and its effectiveness in a column of low maintenance cost.

Palabras Clave:

Adsorción, Contaminación, Flúor, Alúmina, HDL

INTRODUCCIÓN

Nuestro planeta enfrenta continuamente problemáticas como la contaminación. En este proyecto nos enfocamos en la contaminación por un elemento en particular que es el flúor. En el planeta, el flúor se encuentra principalmente en capas de minerales en la corteza terrestre. Posteriormente, el humano encontró utilidades para este elemento y en 1940 fue cuando se utilizó por primera vez en el área de la salud vocal.

Todo el uso que el humano le dio al flúor desembocó en la contaminación del agua. La importancia de esa contaminación por flúor radica en que la mayoría de los compuestos constituidos por flúor tienen un alto nivel de toxicidad. En el estado de Guanajuato se ha encontrado que el agua común tiene una concentración mayor a 1.5 mg de fluor por litro (según una redacción de SDPnoticias.com). Además, otra investigación dirigida por el Dr. José Luis Nava Montes de Oca, del Departamento de Ingeniería Geomántica e Hidráulica División de Ingenierías de la Universidad de Guanajuato, respalda que en el estado los niveles de flúor en el agua son muy altos.

En la purificación del agua existen varias técnicas comprobadas y en desarrollo. Para este proyecto se usará la técnica de adsorción. Esta consiste en que átomos o moléculas determinadas sean atraídas a la superficie de otro compuesto. En este proyecto, probaremos y utilizaremos a la Alúmina y HDL (Hidróxidos Dobles Laminares). La experimentación se llevará a cabo con la ayuda de una columna hecha con PET. El objetivo de que la columna sea de PET está en que esta sea de un bajo costo y accesible para el uso común de familias de pocos recursos. Así evitar que estas personas sufran de las consecuencias de enfermedades por exceso de flúor en el organismo, tales como la fluorosis dental. También hay estudios del laboratorio de Psicobiología, Departamento de Ciencias de la Tierra y de la Vida, de la Universidad de Guadalajara, que

relacionan con problemas en el sistema nervioso central. Además, en su investigación aportan el dato de que aproximadamente el 6% de la población de México son afectadas por el fluoruro gracias al consumo de agua subterránea. También añaden de que, si hay acumulaciones de flúor en el tejido cerebral, se puede interrumpir la síntesis de algunos neurotransmisores.

En México, la escasez de agua ha provocado que se hagan perforaciones a mantos acuíferos subterráneos, los cuales contienen una considerable cantidad de fluoruros.

Con la finalización de este proyecto, se podrá presentar un prototipo de columna que adsorba fluoruros presentes en el agua. Esto, podrá ayudar a los hogares para evitar las ya mencionadas enfermedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para sintetizar HDL se necesita poner en un vaso de precipitado 53.4 g de carbonato de sodio, este actuará como el anión en la reacción. A este reactivo se le debe agregar 1000 mL de agua desionizada. En otro vaso, se agregan 15 g de Nitrato de Aluminio, 30.8 g de Nitrato de Magnesio y 800 mL de agua desionizada. Posteriormente, en un matraz bola de tres bocas se agregará 150 ml de agua desionizada, en una parrilla de agitación esta agua debe estar en una temperatura de $70 \pm 5^\circ\text{C}$. Cuando el líquido este a esa temperatura, con ayuda de dos bombas peristálticas, comenzaremos a gotear las soluciones de cationes y aniones.

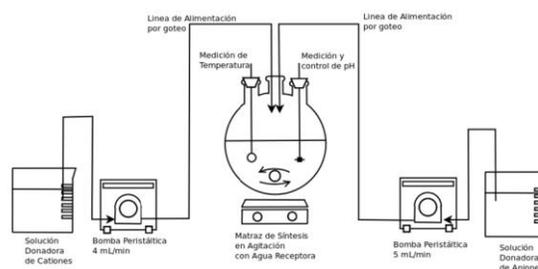


Figura 1. Esquema representativo de la síntesis de HDL

El caudal de goteo de los cationes debe ser de 5 mL por minuto y el de aniones de 6 mL por minuto. La solución debe estar en agitación y temperatura constante. Al terminar de gotear ambas soluciones, debe seguir agitando a la temperatura

constante por 18 horas. Pasado el plazo, la solución se debe filtrar, de preferencia con la ayuda de una bomba de vacío. El producto de la filtración se debe dejar secar.

Los datos del equilibrio de adsorción se obtuvieron siguiendo la siguiente metodología: Primero, se debe montar en una tina una gradilla que contenga cuatro juegos de 5 frascos con tapa. Cada juego debe contener 40 ml de una solución de NaF (a 2.5ppm, 5ppm, 10ppm, 20ppm y 50ppm). Debemos guardar una muestra de cada una de las concentraciones de NaF para compararlas con los resultados finales (se recomiendan 10 mL de cada concentración). En dos de estos juegos, a cada frasco se le debe agregar 5 g de HDL y a los otros dos juegos se les agrega 5g de Alúmina. La tina debe de tener agua común a una temperatura constante de 25°C. el experimento se debe llevar a cabo por cinco días. Uno de los juegos de frascos que contengan Alúmina y HDL deben de estar controlados a un pH de 5. Al final de los 5 días se tomará una muestra de 10 mL de cada frasco y a cada uno se le debe agregar 10 mL de TISAB el cual nos permitirá hacer una medición precisa de la concentración de flúor utilizando un electrodo especial para tal elemento.

Para la prueba dinámica, se utilizó una columna hecha con un frasco con tapa de 60 mL. Para hacer el total de cuatro pruebas diferentes los parámetros son los siguientes:

- Prueba 1: la columna se debe llenar con alúmina y la solución que será filtrada será NaF (10ppm).
- Prueba 2: la columna se debe llenar con alúmina activada con NaOH y la solución que será filtrada será NaF (10ppm).
- Prueba 3: la columna se debe llenar con alúmina y se filtrarán muestras de agua.
- Prueba 4: la columna se debe llenar con alúmina activada con NaOH y se filtrarán muestras de agua.

El flujo del líquido que pase por la columna debe ser ascendente y con un caudal de 10mL/min. Se debe hacer la prueba por 60 min, tomando muestras de 5 mL del líquido filtrado los primeros 5 minutos y después cada 5 min.

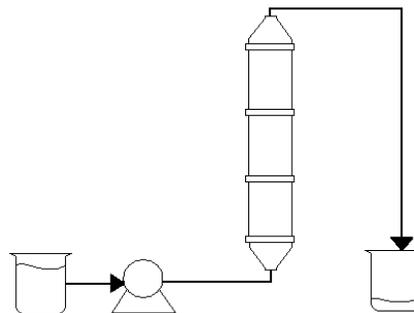


Figura 2. Esquema que muestra el sentido del flujo en el sistema de la columna de adsorción.

Las muestras obtenidas deben ser medidas en cuanto a concentración de Flúor utilizando el electrodo y 5 mL de TISAB por muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los experimentos arrojan que, al tener un pH controlado y bajo, la capacidad de adsorción de los materiales aumenta. Lo mismo pasa cuando la alúmina es activada con NaOH. Esto pasa porque aumenta la carga positiva en estos materiales y por atracción de opuestos, el Flúor es atraído con mayor facilidad al adsorbente.

Las pruebas con isotermas comprobaron que el pH ácido mejora el coeficiente de adsorción, al aumentar la carga positiva del compuesto (Figura 3).

Las pruebas cinéticas nos permitieron observar la curva de adsorción. Además de comparar la alúmina sin activar con la activada y el tiempo que tardan en saturarse (Figura 4).

Por último, utilizando muestras de agua de una comunidad cercana a Guanajuato, pudimos observar la verdadera eficacia que tendría la alúmina en situaciones reales (Figura 5)

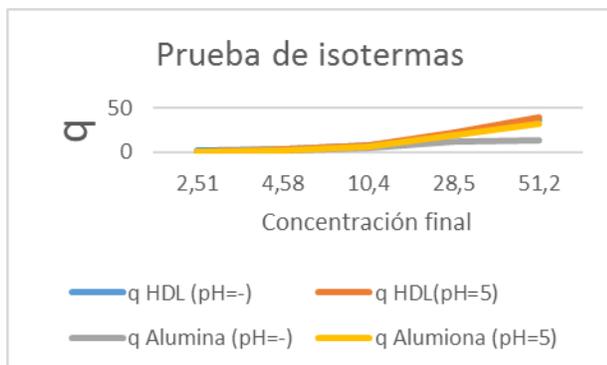


Figura 3. Gráfica que opone Q y concentración final de pruebas de isotermas.

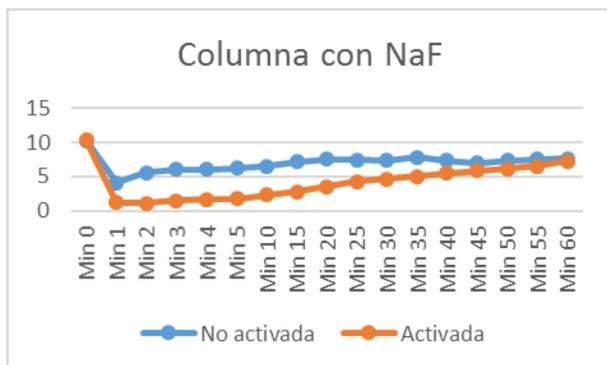


Figura 4. Gráfica que opone la concentración de F⁻ a tiempo en prueba cinética con columna

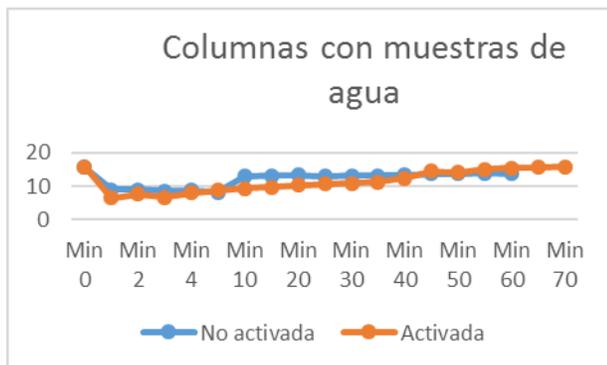


Figura 5. Gráfica que opone concentración de F⁻ a tiempo con muestras de agua.

CONCLUSIONES

El HDL se muestra como un eficaz compuesto, sin embargo, para utilizarlo en una columna de bajo presupuesto muestra algunas deficiencias como sería posible pérdida del material durante el proceso de filtrado. Por ende, la alúmina parece más adecuada para el proyecto planteado. Al estar a la venta en presentación de pequeñas esferas facilita su uso en la columna.

Para una mayor eficacia de la alúmina, debe ser activada con NaOH, esto aumentará su coeficiente de adsorción.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la coordinación de los veranos de investigación por darme a mí y a otros estudiantes la oportunidad de aprender y desempeñarnos en nuevos ámbitos de la ciencia. A la doctora Araceli Jacobo Azuara, por aceptar que yo trabajase con ella en su laboratorio. También a la división de química, por permitir que los veranos de investigación se puedan llevar a cabo en sus instalaciones.

REFERENCIAS

- [1] Valdez, J. L., Soria, F.C., Miranda, M., Gutiérrez, O. & Pérez, Vega, M. I. (2011). Efectos del flúor sobre el sistema nervioso central. *Neurología* 26(5), 297-300
- [2] Lara Tovar, K. I., Cruz Hernández, I., Yanmei, L. (2016). Estudio de la contaminación de Flúor en el agua subterránea del acuífero de la cuenca alta del río Laja. *Verano de Investigación Científica*, 2(1). 1292-1297
- [3] Gago Rodríguez, C. Álvarez Rodríguez, E. & Fernández Marcos, M. L. (No indica). Estudio de la contaminación por Flúor en las inmediaciones del complejo alúmina-aluminio de San Ciprián (Lugo). *Boletín de la Sociedad Española de la Ciencia del Suelo*. 3(2). 317-319.
- [4] Galicia Chacón, L., Molina Frechero, N., Oropeza Oropeza, A., Gaona, E. & Juárez López, L. (2011). Análisis de la concentración de fluoruro en agua potable de la delegación Tláhuac, Ciudad de México. *Int, Contam, Ambie*. 27(4). 283-289.