

# REMOCIÓN DE PLOMO MEDIANTE PARTÍCULAS COLOIDALES COMO AUXILIARES EN UN PROCESO DE COAGULACIÓN

Arias Ruiz, Fátima (1), Rangel Porras, Gustavo (2)

1 [Licenciatura Químico] | Dirección de correo electrónico: [fatiariasr@gmail.com]

2 [Departamento Química, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [rangel\_porrasgustavo@hotmail.com]

## Resumen

El objetivo del presente trabajo consistió en el desarrollo de coagulantes a base de hidróxidos de aluminio y magnetita para su aplicación en la remoción de plomo durante un proceso de coagulación-floculación. La síntesis de los materiales fue modificada mediante la inclusión de una molécula orgánica, la cual permaneció una vez que el sólido fue separado de la fase líquida. Los procesos de coagulación-floculación fueron llevados a cabo en un sistema de pruebas de jarras, en donde se midió la turbidez así como cuantificación de plomo en solución. Se observó que la presencia de magnetita tiene una marcada influencia en la remoción de plomo en un sistema combinados de adsorción-coagulación. Los sólidos fueron caracterizados mediante espectroscopia infrarroja, así como fluorescencia de rayos-X con la finalidad de conocer algunos aspectos sobre el mecanismo de remoción del metal pesado.

## Abstract

The purpose of this work was the development of new coagulants bases in aluminum hydroxides and magnetite for their application in the removal of lead in water during coagulation-flocculation process. The synthesis step was modified by means of the addition of organic molecules which remained in the solid after the separation from the liquid phase. The coagulation-flocculation was carried out in a jar test system, where both the turbidity and lead concentration were measured. The results indicated that magnetite presence had a great influence in the capture of lead ions in the aqueous medium in a adsorption-coagulation process. The solids were characterized by means of infrared spectroscopy and X-ray fluorescence with the purpose to know some aspect about the lead removal mechanism.

## Palabras Clave

1; Oxohidroxidos de aluminio 2; nuevos materiales 3; Floculación 4; Tratamiento de aguas 5; coagulantes

## INTRODUCCIÓN

En tiempos actuales la contaminación de aguas debido al plomo se hace desde diferentes fuentes, como por ejemplo, la explotación minera, la metalurgia, las actividades de fabricación y reciclaje y, en algunos países, el uso persistente de pinturas y gasolinas con plomo. [1]

Según la NOM-201-SSA1-2002 el límite permitido de concentración de plomo en agua es de 0.01mg/L. [2]

Para el tratamiento de este problema se utilizan diversos métodos, entre lo más comunes están la osmosis inversa, por membranas, coagulación-floculación y precipitación.

En este trabajo se aborda el método de coagulación-floculación, este método es utilizado en el tratamiento de potabilización del agua, ya que permite la eliminación de partículas coloidales. Tiene la ventaja de que permite una alta remoción de turbidez, y no requiere un equipo especializado. Una de las desventajas es la gran producción de lodos.

Este método consta de dos fases la primera como su nombre lo dice es la coagulación, el cual es el proceso mediante el cual se efectúa la desestabilización de partículas coloidales de suspensión, es decir, la función de coagulación es el de superar los factores que promueven la estabilidad de un sistema dado, la segunda fase es la floculación, que es el proceso mediante el cual las partículas hacen contacto y por lo tanto forman grandes aglomerados. [3]

La desestabilización presente en la coagulación es debido a las cargas, los coloides tienen una carga negativa que en solución se forma una doble capa, la cual se desestabiliza con el coagulante, los coagulantes más usados son sales de hierro y de aluminio, mientras que los floculantes más usados son las acrilamidas. [4]

En este trabajo se pretende sintetizar un coagulante con base en una sal de aluminio y modificarlo con una molécula orgánica, que es el almidón, el cual con los grupos hidroxilo permite remover los iones plomo, el efecto de oxidarlo se debe para formar grupos carboxilos y con ellos favorecer la adsorción de plomo, también se

modifica con magnetita, con el cual se pretende separar los floculos por medios magnéticos, por último se determinara la capacidad de adsorción en el proceso de coagulación-floculación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Síntesis del material

#### *Síntesis de Coagulantes*

Los materiales fueron sintetizados mediante el método de precipitación, utilizando sulfato de aluminio como precursor y almidón como modificador. Ambos compuestos fueron disueltos en agua destilada en agitación constante a una temperatura de 60°C. Posteriormente se adicionó una solución de hidróxido de sodio gota a gota hasta la precipitación del sólido. Finalmente el sólido se separa mediante centrifugación, se lava y seca a 70 °C. Finalmente el sólido se lava con una solución de peróxido de hidrógeno para la oxidación parcial de la materia orgánica.

#### *Impregnación con magnetita*

Los sólidos sintetizados se impregnan con magnetita de acuerdo al siguiente procedimiento: Se preparó una solución conteniendo cloruro de hierro (III) y sulfato de hierro (II) en agua desionizada disolviendo en agitación magnética constante a una temperatura de 70°C. La solución se deja reposar por 24 h. Posteriormente se adiciona el material sintetizado previamente y se agita durante 15 minutos para la suspensión de las partículas. Posteriormente se adiciona gota a gota una solución de hidróxido de sodio 5 M hasta la obtención de un precipitado. Finalmente el sólido se separa por centrifugación y se deja secar en una estufa a 100 °C.

### Caracterización

Se procedió a caracterizar los materiales obtenidos por espectroscopia de infrarrojo con transformada de Fourier (FTIR), absorción atómica y espectrometría de fluorescencia. También se realizaron pruebas de coagulación-floculación por el método de jarras.

### Prueba de jarras

Para la prueba de jarras, se preparó una suspensión a base de caolín en una solución conteniendo cloruro de sodio en una concentración 0.01 M, agitando durante 4 horas. Adicionalmente, a las suspensiones de caolín se adiciona una solución de plomo de tal manera que se produjo un sistema con concentraciones de plomo de 1 y 10 ppm ajustando a un pH de 6. Posteriormente se adiciona una cantidad determinada de coagulante al sistema con agitación de aspas a una velocidad de 120 rpm durante 3 minutos. Posterior a ese tiempo, se agrega poliacrilamida como floculante y se mantiene en agitación por 30 minutos a 45 rpm. Se dejan sedimentar los flocúlos durante 20 minutos y se mide la turbidez final.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los materiales sintetizados se etiquetaron como: alúmina (A), alúmina con almidón (AAI), alúmina con almidón oxidado (AAIO), alúmina con magnetita (AM), alúmina con almidón oxidado y magnetita (AAIOM). Adicionalmente se usó policloruro de aluminio (PCA) como blanco en las pruebas de jarras debido a que es el coagulante actualmente usado en las plantas potabilizadoras de aguas superficiales. A los materiales impregnados con magnetita se les acercó un imán para probar magnetismo el cual resultó positivo, como se puede observar en la imagen 1.



IMAGEN 1: a) AAIOM b)AM

### FTIR

Con esta técnica se puede hacer el seguimiento de los grupos funcionales presentes en la superficie del coagulante.

En los materiales sintetizados se tienen señales de grupos hidroxilo alrededor de  $3400\text{ cm}^{-1}$ , para el

enlace Al-O se puede apreciar a  $1100\text{ cm}^{-1}$  y  $1450\text{ cm}^{-1}$ , en el caso del almidón los enlaces C-H se pueden observar en  $2900\text{ cm}^{-1}$  y  $750\text{ cm}^{-1}$ , para la oxidación aparece señales de grupos carbonilo alrededor de  $1650\text{ cm}^{-1}$ . Los espectros se pueden observar en las figuras 2 y 3.

Con lo observado en los espectros de infrarrojo se confirma que con la oxidación del almidón se forman grupos carboxilo.

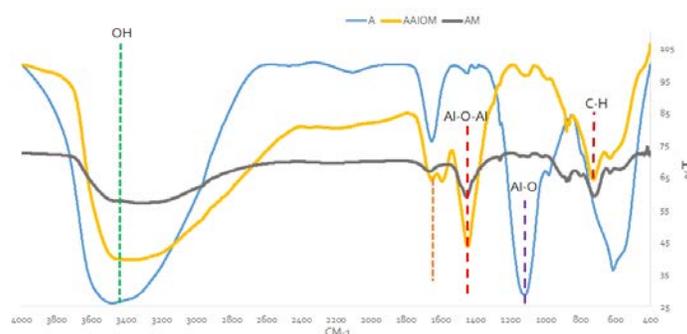


Imagen2: Espectro A, AM, y AAIOM

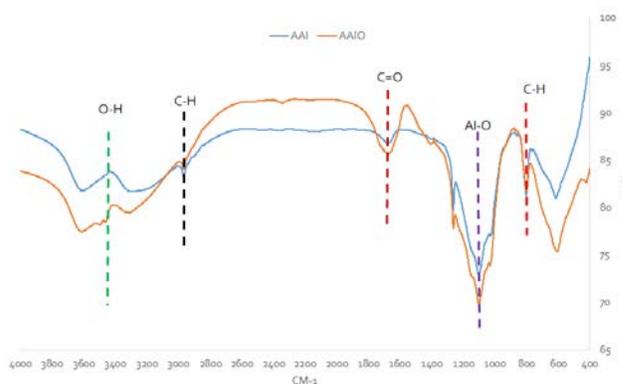


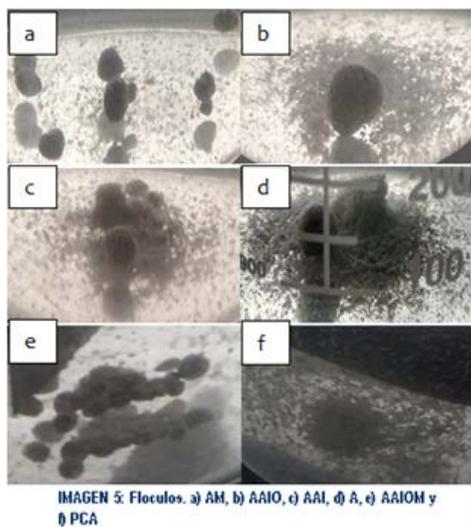
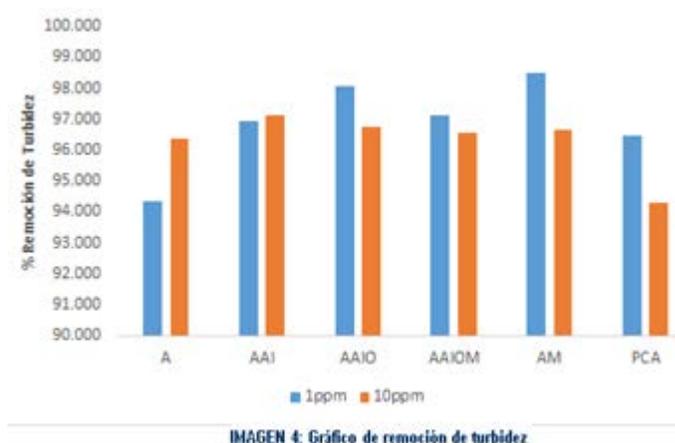
Imagen3: Espectro AAI y AAIO

### Prueba de Jarras

En esta prueba se midieron los valores de turbidez al inicio y al final del método, esto con el fin de cuantificar la turbidez reducida.

En el gráfico de la imagen 4 se puede observar que con todos los materiales utilizados se obtiene una remoción de turbidez mayor al 95%.

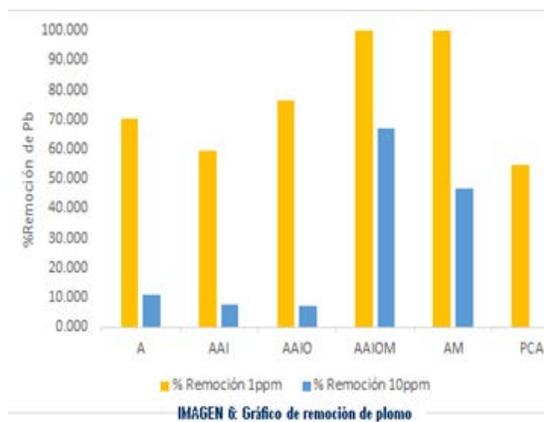
De esta prueba también se obtuvieron los siguientes resultados en el tamaño de los floculos, en la imagen 5 se puede observar que los floculos provenientes de nuestro blanco, policloruro de aluminio, son más finos, mientras que en los demás materiales son más grandes, lo que hace mas facil su decantación.



### Absorción atómica

Se utilizó el equipo de absorción atómica, para la cuantificación de la remoción de plomo en las pruebas de jarras.

En estos resultados se observa que tanto en bajas como en altas concentraciones de plomo la remoción es mejor con AAIOm y AM, esto se observa en el gráfico en la imagen 6.



### Fluorescencia

Con esta técnica se obtuvo la relación que hay en los floculos obtenidos de la prueba de jarras, con 1 ppm de plomo, de Si/Al y Si/Pb

Tabla 1: Fluorescencia, relación Si/Al y Si/Pb

Material	Si/Al	Si/Pb
A	1.041	364.754
AAI	1.076	202.420
AAIO	1.048	420.048
AAIOm	1.076	206.313
AM	1.081	140.602
PCA	1.048	168.932

### CONCLUSIONES

Se logró la síntesis de materiales coagulantes, que al ser probados por el método de pruebas de jarras, nos dan valores mayores al 95% en la remoción de turbidez, mientras que para el plomo en bajas concentraciones, los materiales impregnados obtuvieron una remoción del 100%, y en altas concentraciones de plomo se obtuvo una remoción mayor del 60% para el material que contiene una molécula orgánica y hierro, y mayor

del 40% para el que solo tiene hierro. En comparación con los demás materiales probados se puede decir que son mejores. La adición de magnetita no funciono para la separación, aunque el coagulante presentaba magnetismo, al momento de la formación de floculos ya no se podía apreciar.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad de Guanajuato por darme la oportunidad de participar en este programa, al Dr. Gustavo Rangel Porras y su equipo de trabajo, por aceptarme, apoyarme y guiarme en el transcurso de la estancia.

## REFERENCIAS

- [1] Organización Mundial de la Salud, (2015), Intoxicación por plomo y salud, 30/06/2016. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es/>
- [2] NORMA Oficial Mexicana NOM-201-SSA1-2002, Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias., 30/06/2016. Recuperado de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/201ssa12.html>
- [3] Andía Cardenas Yolanda, Tratamiento De Agua Coagulación Y Flocculación, SEDAPAL, 2000, Capítulos III y IV.
- [4] Bratby John, (1980), England, Coagulation and Flocculation With An Emphasis On Water And Wastewater Treatment, Uplands Press Ltd,