

EVALUACIÓN DE LA ADSORCIÓN DE CADMIO EN SOLUCIÓN ACUOSA POR MEDIO DE POLI(ÁCIDO ACRÍLICO) MODIFICADO

Rodríguez Miranda, J.H.⁽¹⁾; Escobar Barrios, V.A.⁽²⁾

⁽¹⁾ Facultad de Ciencias Químicas

Universidad Autónoma de Querétaro

⁽²⁾ División de Ciencias Ambientales

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica A.C.

RESUMEN

Se evaluó la capacidad de adsorción de cadmio que puede presentar el poli (ácido acrílico) en presencia y ausencia de aditivos y microorganismos (*Trichoderma spp.*). El poli (ácido acrílico) (PAA) se modificó agregando almidón (PAA+A); posteriormente, parte de estas dos matrices poliméricas se inocularon con *Trichoderma spp.* generándose nuevas muestras (PAA+MO y PAA+A+MO). Se prepararon soluciones acuosas de cadmio con diferentes concentraciones, las cuales fueron las siguientes en partes por millón: 20, 40, 50, 60, 80, 100 y 120.

Se midió la concentración de cadmio en solución por medio de espectroscopia de absorción atómica (EAA) en intervalos de tiempo, las mediciones se hicieron al día 2, 6, 8 y 12, después de iniciada la adsorción por parte de las cuatro diferentes muestras mencionadas anteriormente.

Se observaron resultados favorables en la absorción con todos los materiales, pero destacaron los que habían sido modificados con almidón (PAA+A y PAA+A+MO), siendo el más efectivo el que había sido inoculado con *Trichoderma spp.* (PAA+A+MO), los materiales que no habían sido modificados con almidón (PAA y PAA+MO) presentaron la desventaja de que se disolvían en solución de cadmio y esto los hacía muy poco manejables.

INTRODUCCION

El cadmio es un metal pesado que produce efectos tóxicos en los organismos vivos, aun en concentraciones muy pequeñas. Por vía digestiva, ingestas de hasta 100 mg producen desórdenes gastrointestinales, mientras que a partir de los 350 mg se considera que es potencialmente mortal. Por vía inhalatoria, concentraciones ambientales superiores a los 200 µg/m³ inducen la "fiebre de los metales", a partir de 500 µg/m³ aparece una neumonitis química y más allá de los 5.000 µg/m³ se considera que es mortal. La toxicidad del cadmio y su gran presencia en el medio ambiente demanda la búsqueda de nuevos procesos para evitar o eliminar la contaminación por este metal, la búsqueda de nuevos materiales para el tratamiento de la contaminación es importante y por eso se decidió evaluar el uso de polímeros, en especial el poli (ácido acrílico). Estos poseen dos características fundamentales: Son permeables a solutos de pequeño tamaño y debido a su consistencia y composición son biocompatibles y producen mínima irritación mecánica cuando están en contacto con tejidos y células. Además, se planea su modificación para que sirva como soporte de *Trichoderma spp.*

Las especies del género *Trichoderma* representan un grupo de hongos filamentosos que pertenecen al Reino *Mycetae* (fungi). En el caso de metales pesados, *Trichoderma spp.* inmoviliza los metales a través de mecanismos fisiológicos y bioquímicos que favorecen la quelatación, la acumulación, la biosorción, etc., así como también puede cambiar su estado de oxidación. Con estos estudios posteriores se considera la síntesis de una matriz

polimérica que sea capaz de soportar la *Trichoderma spp.* y con base en el poliácido acrílico, con las expectativas de una excelente remoción de cadmio en solución acuosa.

DESARROLLO EXPERIMENTAL

SINTESIS DE POLIMEROS

Para sintetizar el poli (ácido acrílico) se debe montar el sistema como se muestra en la Figura 1. El sistema consta de un matraz de bola de 3 bocas, una chaqueta de calentamiento, un plato magnético para poder usar una pastilla de agitación magnética. En uno de las bocas del matraz se coloca un termómetro, en otra boca se coloca un condensador sujetado a un soporte universal y la última boca se utiliza para poder adicionar los reactivos.

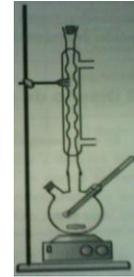


Figura 1

Para la síntesis de PAA se agregaron 48 ml de NaOH (1 M), en una probeta de 100 ml, y se aforó hasta los 90 ml con agua des-ionizada (42 ml). Esto se colocó en el matraz de bola y se inició el calentamiento con agitación. A los 35 °C se agregaron 10 ml de ácido acrílico y se dejó llegar a los 70 °C, a esta temperatura se adicionó el iniciador: 0.1 grs de 3-iso-butironitrilo. Se mantuvo a 70 °C, y al pasar 5 minutos se adicionó el agente de entrecruzamiento: 0.065 grs de N,N-metilbisacrilamida. Se dejó en las condiciones mencionadas hasta que terminó la agitación. Posteriormente, se retiró del matraz de bola y se depositó el polímero en charolas de teflón dentro de la estufa a 75 °C para secarlo.

Y para la síntesis de PAAA Se llevó a cabo el mismo procedimiento de polimerización descrito anteriormente, solo que la diferencia es que inicialmente se utilizaron 24 ml de NaOH y 66 ml de agua des-ionizada, además se adicionó 1 gr de almidón al inicio, la reacción procedió durante 30 min, con agitación y calentamiento constante. Al finalizar se retiró el producto sintetizado y se depositó en charolas de teflón para secarlo a 75 °C.

Para inocular las matrices se tomaron 2 gramos de cada material (PAA y PAA+A), y se colocaron cada uno en un frasco de vidrio, ya dentro de los frascos a cada uno se le agregó 1 ml de medio mineral y 0.75 ml de *Trichoderma spp.*; Se taparon los frascos y se dejó incubar durante 2 días a temperatura ambiente.

Para preparar las soluciones de cadmio primero se prepararon 200 ml de una solución stock de 1000 ppm, la cual se ajustó a pH 5 con ácido nítrico. Se usaron 554.3738 mg de nitrato de cadmio y se adicionaron un matraz aforado de 200 ml con 100 ml de agua des-ionizada. Una vez disuelto el cadmio se aforó el matraz hasta los 200 ml. Para preparar las otras concentraciones se prepararon diluciones de la solución stock, utilizando matraces de 100 ml donde se agregaron 2, 4, 5, 6, 8, 10 y 12 ml para preparar las concentraciones de 20, 40, 50, 60, 80, 100 y 120 ppm respectivamente. Se aforaron los matraces a 100 ml.

Para las mediciones de la concentración de cadmio en solución acuosa, se depositaron 25 ml de la solución de 20 ppm en tubos falcon de 50 ml (por cuadruplicado), esto se repite para todas las distintas concentraciones de las soluciones de cadmio. Posteriormente a cada uno de los tubos con solución de cadmio se les adicionó cada uno de los cuatro materiales distintos que se obtuvieron (PAA, PAA+MO, PAA+A y PAA+A+MO), este procedimiento se repitió con cada una de las distintas concentraciones. El pH se mantuvo constante a un valor de 5, mediante la adición de ácido nítrico 0.1 M y/o hidróxido de sodio a 0.1 M

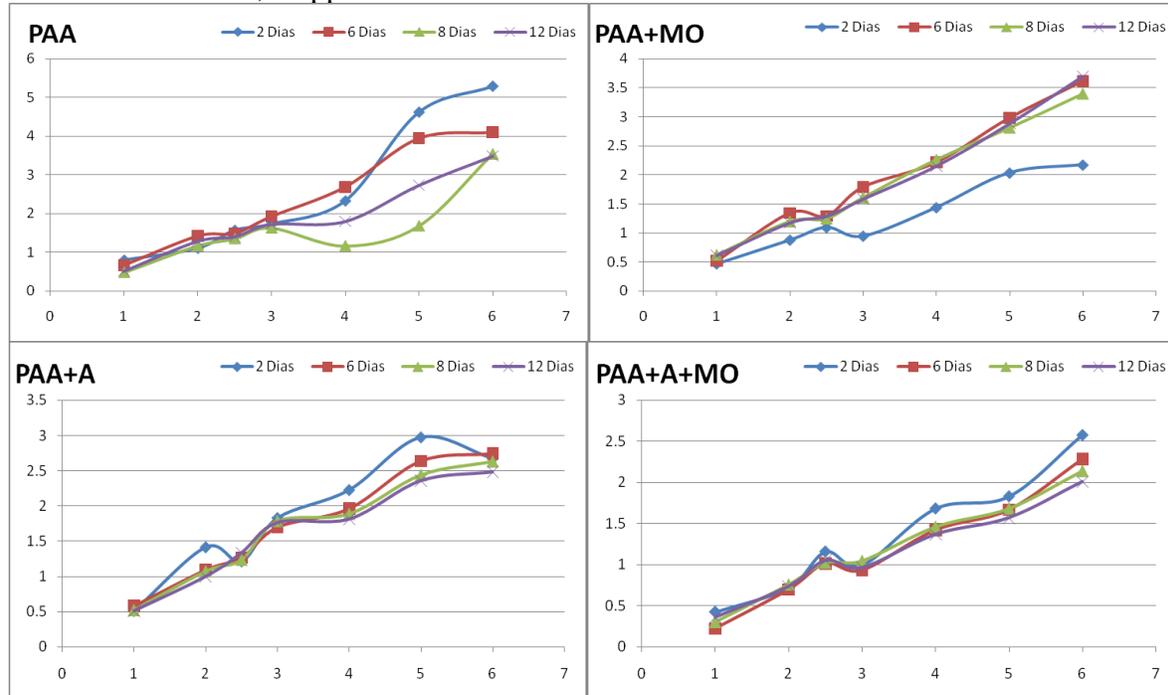
Se tomaron muestras a los 2, 6, 8 y 12 días después de haber iniciado el proceso de adsorción y se midieron en el EAA. Para la medición se realizó diluciones 1:20 de cada muestra. Las 28 diluciones se llevaban al EAA a una longitud de onda de 228.8 nm y una

lámpara de cadmio. Posterior a las mediciones se realizó una curva de calibración con un blanco y stocks a 1, 3 y 5 ppm.

RESULTADOS

CONCENTRACION DE CADMIO EN SOLUCION

Las siguientes gráficas muestran la concentración de cadmio en la solución acuosa a largo del tiempo, para cada uno de los distintos materiales. Se muestra en el eje X, la concentración al equilibrio en partes por millón (ppm) y en el Y, la concentración inicial de cadmio en solución, en ppm.



Las graficas del PAA y PAA+MO muestran diferencias significativas entre la medición al día 2 y las demás, debido a que hubo un problema en la medición, ya que el EAA se tapaba y no se podía medir bien, esto tal vez se debía a que ambos polímeros se disolvieron lo cual hizo muy difícil su manejo. En las graficas se muestra como los materiales de mayor adsorción de cadmio, fueron los que habían sido modificados con almidón (PAA+A y PAA+A+MO), ambos adsorben una gran cantidad de cadmio y además mantienen su estructura.

CONCLUSIONES

La modificación con almidón del PAA mejora el material, ya que evita que este se disuelva, y se puede mejorar aún más en cuanto a la adsorción de cadmio utilizando *Trichoderma spp.*, este microorganismo adsorbe una gran cantidad de cadmio y se puede observar en los resultados, ya que este fue el que tuvo un mejor desempeño. En cuanto a los materiales que no se agregó almidón se tendría que mejorar la parte del entrecruzamiento, de esta manera se podría evitar la dilución del material y éste podría ser usado, ya que también se demostró que tiene la capacidad de adsorción de cadmio. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados en estudios posteriores para así mejorar los materiales y puedan ser usados a gran escala en el tratamiento de problemas ambientales.

BIBLIOGRAFIA

Wright, J., "Química medioambiental", Routledge, Taylor & Francis group, New York, 2003