

ADSORCIÓN DE HUMUS EN NANO-PARTÍCULAS DE γ -ALUMINA Y DESORCIÓN EN MEDIO BASAL

Anaya Sánchez, K.J. ⁽¹⁾; **Cervantes Carrillo, F.J.** ⁽²⁾; **Álvarez Valencia, L.H.** ⁽²⁾; **Martínez Rodríguez, C.M.** ⁽²⁾

⁽¹⁾ **Facultad de Química**

Universidad Autónoma de Querétaro

⁽²⁾ **División de Ciencias Ambientales**

Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica

RESUMEN

La utilización de humus durante el tratamiento anaerobio para la degradación de contaminantes recalcitrantes es una alternativa actualmente empleada para acelerar la biotransformación de dichos contaminantes. Sin embargo, el empleo de los ácidos húmicos en los sistemas de tratamiento real, es escaso debido a que su constante dosificación al sistema incrementa los costos de tratamiento. En consecuencia, distintos grupos de investigación se han dado a la tarea de inmovilizar los ácidos húmicos. En el presente trabajo consistió en comparar la adsorción de ácidos húmicos sulfonados y no sulfonados sobre nano-partículas de γ -alúmina.

INTRODUCCIÓN

El rápido incremento de la población y la mejora de la calidad de vida, han provocado el crecimiento acelerado de las industrias así como la cantidad de desechos y contaminación. Entre las industrias más contaminantes se incluyen la química y petroquímica, las cuales liberan al ambiente diferentes tipos de contaminantes tóxicos y recalcitrantes. Dichos contaminantes no se logran remover por métodos convencionales de tratamiento aeróbico, pero bajo condiciones anaeróbicas pueden someterse a transformaciones reductivas. Sin embargo, estas transformaciones son muy lentas para un gran número de compuestos recalcitrantes debido a las limitaciones en la transferencia de electrones.

Diversas investigaciones se han orientado a explorar los efectos catalíticos de diferentes transportadores de electrones en procesos biológicos de transformación de oxido-reducción. Los transportadores de electrones, o mediadores redox, son moléculas orgánicas que pueden ser reversiblemente oxidadas y reducidas, confiriéndoles la capacidad de servir como un transportador de electrones en múltiples reacciones redox. Estos mediadores redox son capaces de acelerar las reacciones bajando la energía de activación del total de la reacción, y en algunas ocasiones la presencia de estos es necesaria para que se lleve a cabo la reacción. Los mediadores redox son capaces de transferir electrones en reacciones redox entre una amplia variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos. La reducción de estos mediadores puede ser vinculada a la oxidación anaeróbica de sustratos orgánicos. Un ejemplo de mediadores redox empleados la oxidación microbiana de compuestos orgánicos, son las sustancias húmicas y sus análogos de quinonas. (Van der Zee y Cervantes, 2009). Las sustancias húmicas constituyen la fracción orgánica más abundante en ambientes terrestres y acuáticos. En todos los ambientes las sustancias húmicas son formadas de la descomposición de plantas, animales, tejidos microbianos, y tienden a ser más recalcitrantes que sus precursores (Scott y col, 1998).

Por lo anterior, la aplicación del humus para la biorremediación ha sido una alternativa muy atractiva para los sistemas de tratamiento anaerobio de efluentes contaminados. (León-García y col, 2007)

En el presente trabajo se midió la capacidad máxima de adsorción de los ácidos húmicos en un óxido metálico (nano-partículas de alúmina) mediante una isoterma. Se compararon dos

soluciones de ácidos húmicos, una de ellas sulfonada y la otra no sulfonada. La solución sulfonada difiere en que grupos sulfonatos son unidos a los ácidos húmicos, con la finalidad de proporcionar a la solución húmica más solubilidad para mejorar su disposición como mediadores redox. Asimismo se llevó a cabo una desorción con medio basal, con la finalidad de determinar la cantidad final de ácidos húmicos adsorbidos sobre las nano-partículas de γ -alúmina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Todos los reactivos, materiales y aparatos fueron proporcionados o facilitados por el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica. Los ácidos húmicos utilizados son provenientes de leonardita comercial.

Las isotermas se llevaron a cabo en viales de 15 mL 0.2 g de nano-partículas de alúmina (nano- γ - Al_2O_3), 10 mL de soluciones de ácidos húmicos a diferentes concentraciones, las cuales fueron para la sulfonada: 103.84, 890.8, 2154, 4258 y 6970.6 mg COT/L; y para la no sulfonada: 100.88, 930.4, 1866, 2276 y 5822 mg COT/L. Los viales se mantuvieron en agitación por 3 días, se centrifugaron a 3.2 rpm por 15 min, el sobrenadante se diluyó, filtró (0.22 μm) y se le realizó un análisis de carbono orgánico total (COT). Los análisis fueron realizados por duplicado. El procedimiento se realizó con base en la metodología de Yang y col, 2009.

Para la desorción, el precipitado fue lavado con agua destilada a pH 4 y secado a 50 °C. Este se resuspendió en 10 mL de medio basal (compuesto por 0.28 g/L NH_4Cl , 0.25 g/L K_2HPO_4 , 0.1 g/L $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.01 g/L $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 3 g/L NaHCO_4 y 1 mL solución de elementos traza), se mantuvo en agitación por 3 días y se centrifugó a 3.2 rpm por 15 min. El sobrenadante se diluyó, filtró (0.22 μm) y se le realizó un análisis de carbono orgánico total.

DISCUSIONES Y RESULTADOS

Las isotermas de adsorción de los ácidos húmicos sulfonados y no sulfonados son mostradas en la Figura 1. En dicha figura se observa que la máxima adsorción se alcanzó a concentraciones de alrededor de 2000 mg COT/L. La máxima adsorción para leonardita sulfonada fue de 60 mg COT/g γ -alúmina, alcanzada a partir de 2154 mg COT/L. Para la leonardita no sulfonada, la máxima adsorción se alcanzó a 80 mg COT/g γ -alúmina a una concentración de 2276 mg COT/L. Lo anterior puede ser debido a que los grupos sulfato de la leonardita sulfonada están unidos a sitios de interacción entre los ácidos húmicos y las nano-partículas de alúmina, interviniendo de manera negativa en la adsorción.

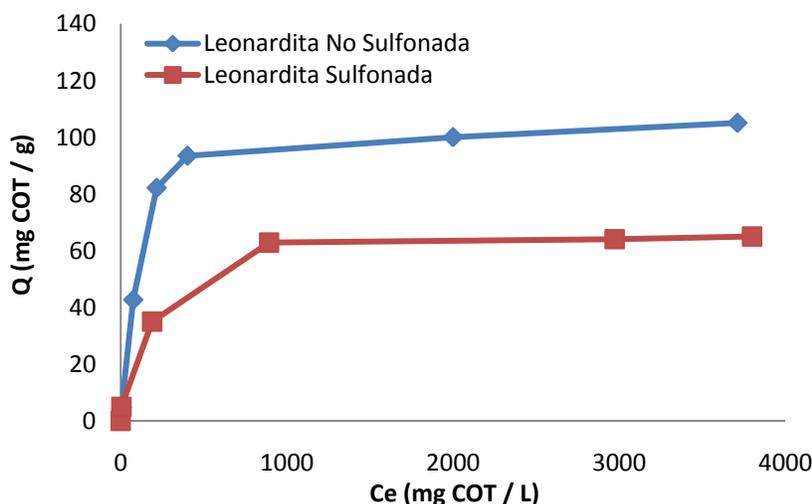


Figura 1. Isotermas de adsorción de ácidos húmicos por γ -alúmina.

En la Figura 2 se muestra la isoterma de desorción de los ácidos húmicos en medio basal. En esta figura se observa una menor cantidad de ácidos húmicos sulfonados adsorbidos en las nanopartículas. Para ambos (humus sulfonado y no sulfonado) hubo una desorción de alrededor de 20 mg COT de humus a partir de la máxima adsorción alcanzada. Por lo tanto la sulfonación podría no afectar la desorción en este tipo de medio.

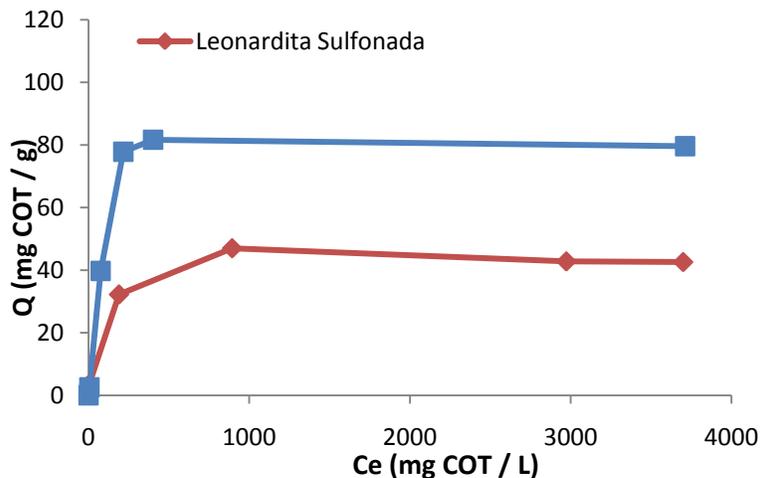


Figura 2. Isotherma de desorción de ácidos húmicos en medio basal

CONCLUSIONES

Se obtuvieron mejores resultados de adsorción con los ácidos húmicos de leonardita no sulfonada, con una diferencia de más de 20 g COT/g. Mientras que para la desorción, con ambas variantes de leonardita (sulfonada y no sulfonada) se obtuvo casi la misma cantidad de humus desorbido. Por lo tanto la sulfonación solo afectó la adsorción pero no la desorción bajo estas condiciones experimentales.

Así mismo, la concentración adecuada bajo dichas condiciones para una buena adsorción resultó ser de alrededor de 2000 mg COT/L, por lo que será la utilizada en posteriores experimentos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

León-García, G. J., Razo-Flores E., Cervantes F. J., “Propiedades catalíticas del humus y su potencial aplicación en la degradación de contaminantes prioritarios”, León-García et al. / Revista Latinoamericana de Recursos Naturales, 3 (2), 118-128, **2007**

Scott, D., McKnight, D., Blunt-Harris, E., Kolesar, S., Lovely, D., “Quinone moieties act as electron acceptors in the reduction of humica substances by humics-reducing microorganisms”, Environ. Sci. Technol., 32, 2984-2989, **1998**

Van der Zee, F. P. y Cervantes F. J., “Impact and application of electron shuttles on the redox (bio) transformation of contaminants: A review”, Biotechnology Advances, 27, 256-277, **2009**

Yang K., Lin, D., Xing, B., “Interactions of Humic Acids with Nanosized Inorganic Oxides”, Langmuir, 26 (6), 3571-3576, **2009**