

Obtención de compuestos de base lignina a partir de biomasa y su aplicación para la remoción de metales pesados del agua.

Obtaining lignin-based compounds from residual biomass and its application for the removal of heavy metals from water.

Diana Catalina Verduzco Flores¹, Dra. Zenaida Carolina Leyva Inzunza¹, Dr. Enelio Torres García².

¹ Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA Legaria- IPN), Calz. Legaria 694, C.P. 11500, Ciudad de México, México, 55 57 29 60 00, diana.dcvf@gmail.com, carolina.leyva.inz@gmail.com.

² Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), Eje Central Lázaro Cárdenas Norte 152, C.P. 07730, Ciudad de México, México, 55 91 75 60 00, etorresg@imp.mx.

Palabras clave: Biomasa, Lignina, Metales pesados.

Key words: Biomass, Heavy metals, Lignin.

INTRODUCCIÓN

Los índices de metales pesados en el agua se ven en aumento debido a los efluentes de origen industrial que contienen metales como son: plomo, cadmio, níquel, mercurio, cromo, entre otros. Estas sustancias tóxicas afectan no solo al medio ambiente, como son flora y fauna, sino también a los seres humanos, teniendo consecuencias, en el peor de los casos, mortales.

Como resultado la comunidad científica ha desarrollado diversos métodos de tratamiento de agua, entre los que se mencionan: precipitación, filtración, tratamiento electroquímico, membranas, resinas, etc... no obstante, estos tratamientos poseen elevados costos, y varios de ellos generan lodos y desechos, los cuales originan un problema mayor.

La bioadsorción surge como un método alternativo para el tratamiento de metales pesados en efluentes debido a que no solo brinda tratamiento a estos contaminantes, sino que al utilizar biomasa brinda utilidad a desechos de tipo agrícola, sólidos urbanos, industriales, entre otros (Tejada y col., 2015). La biomasa está conformada por tres componentes, celulosa, hemicelulosa y lignina, (Galano y col., 2017). Dependiendo del tipo de biomasa es la distribución de estos tres componentes, pero en general la hemicelulosa está presente en 15-30%, la celulosa en 40-60% y la lignina en un rango de 10-25% (Wang y col., 2007).

La biomasa como adsorbente muestra mejores resultados cuando posee un pretratamiento, ya sea del tipo: químico, físico, termoquímicos, bioquímico, entre otros, debido a que mejora propiedades del adsorbente: área superficial, número de sitios activos, etc... Pretratamientos como los bioquímicos suelen tomar bastante tiempo, en un intervalo de horas a días para completarse, en cambio los tratamientos termoquímicos poseen la ventaja de realizarse en intervalos de segundos a horas (Dhyani y col., 2018) .

La pirólisis se define como la degradación térmica bajo una cantidad limitada de oxígeno (Kawamoto, 2017). En este caso, la pirólisis como pretratamiento posee la finalidad de eliminar compuestos de bajo peso molecular, dejando atrás componentes de interés, de mayor peso. Estos componentes son los que poseen grupos funcionales que autores han indicado participan en la adsorción de metales pesados, como son: carboxílico (-COOH) e hidroxilo (-OH) (Zhong y col., 2012; Krishnani y col., 2007; Pehlivan y col., 2009). El origen de la biomasa tiene un gran peso debido que las proporciones de los tres componentes, así como las unidades que conforman dichos componentes varían, por lo tanto, influyen durante a pirólisis debido a la interacciones ocurridas entre los mismos. Se ha identificado un gran número de tipos de reacción que tienen lugar en serie y en paralelo, como la deshidratación, la despolimerización, la isomerización, la aromatización, la descarboxilación y la carbonización (Kan y col., 2016).

METODOLOGÍA

La investigación se ha desarrollado en el Laboratorio Nacional de Ciencia, Tecnología y Gestión Integrada del Agua perteneciente al Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) ubicado en Legaria 694, Col. Irrigación, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 15000, Ciudad de México.

Caracterización de la biomasa

La biomasa residual del café, borra de café, será caracterizada para determinar propiedades mediante: Análisis textural por fisisorción de nitrógeno, Espectroscopia de fotoelectrones emitidos por rayos X (XPS), Análisis Termogravimétrico (TGA), Espectroscopía infrarroja por transformada de fourier (FT-IR).

Obtención del adsorbente

La obtención del adsorbente se realizara en una microplanta marca Effi (MA-Effi), la cual tiene dimensiones de 75/58/79 cm. Cuenta con tres medidores de flujo másico Bronkhorst, sirven para medir la cantidad de volumen (calibrado respecto a la masa de cada gas) por tiempo que entra de cada gas a la MA-Effi; un evaporador, usado para introducir las cargas en fase gas, en este caso vapor de agua; un condensador peltier, en el cual se separan líquidos y gases de reacción; un contenedor en la parte inferior del reactor para recolectar productos con mayor viscosidad (por ejemplo ceras); y un reactor de flujo continuo de lecho fijo donde se lleva a cabo la reacción.

Esta microplanta se divide en 3 secciones: (1) Sistema de alimentación de gases; (2) Sección de reacción y (3) Sección de separación y análisis de productos.

Caracterización del adsorbente

El adsorbente obtenido será caracterizado para determinar propiedades mediante: Análisis textural por fisisorción de nitrógeno, Espectroscopía infrarroja por transformada de fourier (FT-IR), Análisis químico elemental por emisión óptica por plasma (ICP-OES), Difracción de rayos X (DRX), Microscopia electrónica de barrido (SEM), Espectroscopia de fotoelectrones emitidos por rayos X (XPS).

Evaluación del adsorbente

La evaluación de adsorción del adsorbente a base de lignina pondrá a prueba a capacidad de adsorción del mismo frente a diferentes metales pesados en el agua, la valoración será mediante soluciones preparadas en el mismo laboratorio, así como en muestras de efluentes de agua de campo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FT-IR

Para determinar la presencia de grupos funcionales de interés, carboxílico e hidroxilo, se ha analizado una muestra de borra de café, el espectro de borra de café es mostrado en la **Figura 1**. Del espectro se toman los picos más significativos, como su intensidad y posición.

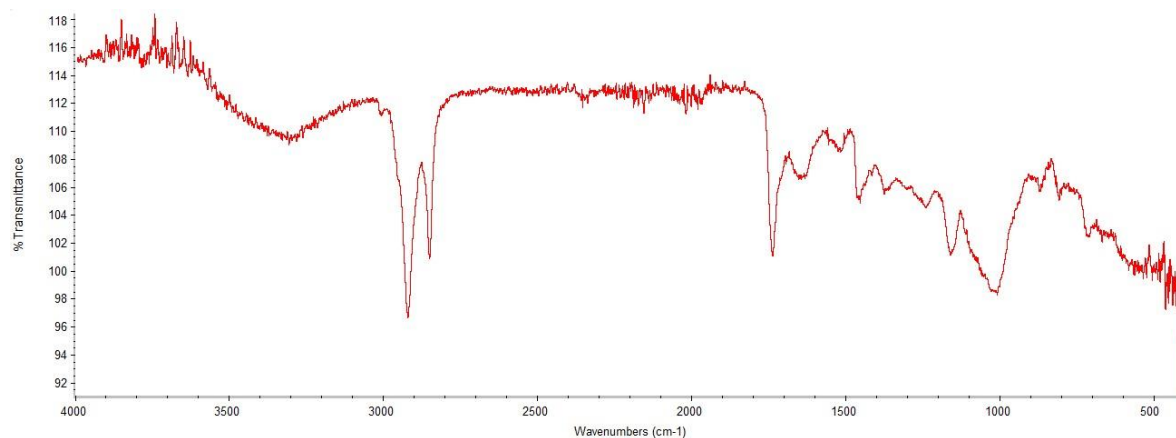


Figura 1 Espectro FT-IR borra de café.

Se pueden mencionar en 3309.2 cm⁻¹ correspondiente a las vibraciones O-H y 1739.9 cm⁻¹ correspondiente a la vibración C=O, atribuida a grupos carboxílicos. Asimismo, se observa una banda variada e intensa centrada alrededor de 1654.8 cm⁻¹ que correspondería a los grupos carbonilo presentes y al doble enlace C=C aromático.

CONCLUSIONES

Mediante la interpretación del espectro FT-IR se puede confirmar la presencia de polímeros orgánicos presentes en la borra de café, a los cuales se les atribuye una alta capacidad de adsorción, la que se debe a que es un adsorbente rico en grupos funcionales superficiales con sitios negativos, destacándose vibraciones de alargamiento O-H alcohólicos o fenólicos, vibraciones del C=O de cetonas, ésteres, quinonas o ácidos carboxílicos, se confirma la presencia del grupo carboxílico. Siendo la borra de café un buen candidato como adsorbente.

BIBLIOGRAFIA

Dhyani, V.; Bhaskar, T. (2018). *A comprehensive review on the pyrolysis of lignocellulosic biomass*. Renewable Energy. 129:695-716.

Galano, A.; Aburto, J.; Sadhukhan, J.; Torres-García, E. (2017). *A combined theoretical/experimental investigation on the mechanism of lignin pyrolysis: Role of heating rates and residence times*. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. 128(2017):208-2016.

Kan, T.; Strezov, V.; Evans, T. J. (2016). *Lignocellulosic biomass pyrolysis: A review of product properties and effects of pyrolysis parameters*. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 57:1126-1140.

Kawamota, H (2017). *Lignin pyrolysis reactions*. J Wood Sci: 63:117–132.

Krishnani, K. K.; Meng, X.; Christodoulatos, C.; Boddu, V.M. (2007). *Biosorption mechanism of nine different heavy metals onto biomatrix from rice husk*. Journal of Hazardous Materials. 153(2008):1222–1234.

Pehlivan, E.; Altun, T.; Cetin, S.; Bhangar, M.I. (2009). *Lead sorption by waste biomass of hazelnut and almond shell*. Journal of Hazardous Materials. 167(2009):1203–1208.

Tejada-Tovar, C.; Villabona-Ortiz, A.; Garcés-Jaraba, L. (2015). *Adsorción de metales pesados en aguas residuales usando materiales de origen biológico*. Tecno Lógicas. 18(34):109-123.

Wang, S.; Dai, G.; Yang, H.; Luo, Z. (2017). *Lignocellulosic biomass pyrolysis mechanism: A state-of-the-art review*. Progress in Energy and Combustion Science. 62:33-86.

Zhong, L.; Peng, X.; Yang, D.; Sun, R. (2012). *Adsorption of Heavy Metals by a Porous Bioadsorbent from Lignocellulosic Biomass Reconstructed in an Ionic Liquid*. J. Agric. Food Chem. 60:5621–5628.