



# RiUPTC

Repositorio Institucional  
UPTC

[repositorio.uptc@uptc.edu.co](mailto:repositorio.uptc@uptc.edu.co)



## XIV ENCUENTRO FACULTAD DE CIENCIAS -UPTC

### II ENCUENTRO INTERNACIONAL

#### “La Ciencia en el Bicentenario, Semilla de Independencia”

2, 3 y 4 de octubre 2019 - Sede Central Tunja, Colombia

XXIII Jornada de la Investigación y Extensión

30 de septiembre al 5 de Octubre de 2019

### Acondicionamiento químico del marlo de maíz (*Zea mays*) como tratamiento de remoción de metales pesados contenidos en DAM sintéticos

Hernández Botia Angie Lorena<sup>1</sup>, Vásquez Ochoa Olga Yaneth<sup>2</sup>, Cubillos Lobos Jairo Antonio<sup>3</sup>, Caicedo Pineda Gerardo Andrés<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Catálisis UPTC, Maestría en Química, UPTC, Tunja, Colombia. [angie.hernandez@uptc.edu.co](mailto:angie.hernandez@uptc.edu.co)

<sup>2</sup>Grupo de Biotecnología Ambiental, Facultad de Ingeniería y Ciencias Básicas UC, Bogotá, Colombia. [ovasquezo@ucentral.edu.co](mailto:ovasquezo@ucentral.edu.co)

<sup>3</sup>Grupo de Catálisis UPTC, Posgrados de la Facultad de Ciencias, UPTC, Tunja, Colombia. [jairo.cubillos@uptc.edu.co](mailto:jairo.cubillos@uptc.edu.co)

<sup>4</sup>Grupo de Catálisis UPTC, Posgrados de la Facultad de Ciencias, UPTC, Tunja, Colombia. [gerardo.caicedo@upic.edu.co](mailto:gerardo.caicedo@upic.edu.co)

Se ha evaluado y establecido diversos procedimientos para reducir el impacto negativo de los drenajes ácidos de mina “DAM”. Entre ellos, se destacan el uso de agentes químicos alcalinos, microorganismos y biomasas, siendo procesos que precipitan, adsorben metales y aumentan el pH de los efluentes [1]. En el caso de las biomasas, se ha encontrado que poseen una gran capacidad adsorbente de metales. En este sentido, la presente investigación pretende mostrar una alternativa de remediación de DAM evaluando el uso de biomasas extraídas de los residuos de la planta de maíz, con el objetivo de minimizar la contaminación generada por estos efluentes y aprovechar un residuo agrícola de alta producción en la región.

Estudios anteriores comprueban que el marlo de maíz tiene una gran capacidad de adsorción de metales en aguas sintéticas contaminadas, ya que químicamente se compone de hemicelulosa y celulosa que contienen grupos carboxilo e hidroxilo, entre otros, los cuales permiten el proceso de unión del ion metálico y biomasa [2,3]. Es importante agregar que al someter biomasas a una modificación termoquímica se logra obtener productos con alta capacidad de intercambio iónico debido a que se le adiciona más grupos polares como carboxílicos (-COOH) e hidroxilos (OH-) que tienen la capacidad de interactuar con un metal por atracción de cargas opuestas [4].

Hoy en día, gran parte del sector minero opera de manera artesanal, con escasa tecnología y en ocasiones sin contar con los respectivos permisos de la autoridad ambiental. Como consecuencia de esto, el impacto

ambiental por la contaminación atmosférica y de las fuentes hídricas, repercuten seriamente en la fauna, la flora y en ocasiones en la salud de las poblaciones aledañas.

Es costumbre disminuir el impacto negativo de los DAM adicionando sustancias químicas alcalinas o implementando humedales artificiales. Sin embargo, estos procesos son costosos, requieren de grandes extensiones de tierra para su implementación y a veces generan otro tipo de inconvenientes como los lodos, mosquitos y roedores [5]. Por tal razón es conveniente incentivar alternativas de remediación eficientes en la remoción de metales a un costo considerable al comparar con procesos convencionales.

A partir de lo expuesto y teniendo en cuenta el estado del arte sobre procesos de remoción de Fe en DAM provenientes de mina de carbón y estudios de biomasas modificadas con ácido cítrico (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>) e hidróxido de sodio (NaOH) para procesos de adsorción de metales en sistemas pasivos empacados, se planteó para este estudio evaluar la eficiencia de remoción de carga metálica contaminante con biomasa marlo de maíz modificado con C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub> e NaOH, en DAM sintético con concentraciones de Fe de 500 mg/L, 1000 mg/L y 2000 mg/L. Lo anterior, con la finalidad de seleccionar el mejor acondicionamiento químico de la biomasa con base en la eficiencia de remoción de metales.

Para el desarrollo de esta investigación se tomó marlo de maíz de una plaza de mercado de Tunja y mediante la técnica de cuarteo se tomaron muestras

representativas de maíz para cada fase experimental. Con la finalidad de evaluar el acondicionamiento químico de la biomasa, ésta se modificó con ácido cítrico e hidróxido de sodio, mediante el procedimiento utilizado por Altún & Pehlivan (2012) [6].

Con el fin de evaluar el acondicionamiento químico, inicialmente se desarrolló una prueba de eficiencia de reacción entre la biomasa y el agente modificante, en donde se tomó muestras de biomasa (4g) y se suspendieron en agua (50 mL) durante 30 min. El sólido obtenido se recuperó por filtraron, se lavó con agua y se secaron a 105°C. La biomasa obtenida se analizó mediante espectroscopia Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR). Finalmente, la eficiencia de reacción se expresó de la siguiente forma:

$$\frac{\text{Modificante agregado} - \text{Modificante recuperado (g)}}{\text{modificante agregado}}$$

Seguidamente, se preparó sintéticamente el DAM bajo el procedimiento establecido por Zagury et al. (2006) [6], donde se tuvo en cuenta la concentración de metales y pH de un drenaje proveniente de una mina del municipio de Samacá.

La evaluación de remoción de carga metálica contaminante se hizo empleando reactores pasivos empacados. Cada ensayo se hizo en dos etapas de proceso como se describe a continuación: (i) Fase de filtrado de DAM, donde se pasó efluente a través del lecho, a un caudal de 5 mL/min (ii) Fase de lavado de columna con agua destilada, luego de culminar la primera etapa, a fin de remover los metales que no fueron retenidos en la biomasa.

Como resultado de la investigación, se obtuvo inicialmente que los porcentajes de incorporación del agente modificante fueron del  $90\% \pm 2\%$  para ambos agentes modificantes (ácido cítrico e hidróxido de sodio). La remoción de hierro de DAM preparados a diferentes concentraciones (2000 ppm, 1000 ppm y 500 ppm), utilizando un lecho empacado de marlo a tamaño  $-2 +30$  Tyler, mostró porcentajes de remoción máximo de 34 %, indicando que, con un acondicionamiento químico se logra aumentar entre un 10% y 15% la capacidad de adsorción de la biomasa.

En general, el marlo de maíz presentó una buena remoción de hierro en la mayoría de los ensayos. Sin embargo, al aumentar el número de pasadas con DAM, su capacidad de adsorción disminuyó considerablemente. Por otra parte, la variabilidad del pH durante los ensayos estuvo directamente relacionada con la remoción del metal hierro, pues los drenajes tratados con hidróxido de sodio mostraron un aumento en el pH de las muestras tratadas, debido a su alcalinidad.

Esta investigación contribuye con información acerca del uso potencial de marlo de maíz, como alternativa de tratamiento de DAM, reduciendo la concentración de hierro. Además, este tipo de tratamiento puede funcionar como post o pretratamiento de estudios que empleen sistemas de remediación pasivos a nivel piloto o planta, y así contribuir con la disminución del impacto negativo de lixiviados contaminantes.

#### Referencias:

- 1.C. Tejada, E. Ruiz, J. Gallo & J. Moscote. Evaluation of the biosorption with African palm bagasse for the removal of Pb (II) in solution. *Prospect*, **2015**, Vol 13, pp 59-67.
- 2.E. Lomas, J. Urbano, C. Merino y J. Camarero. Valorización de la biomasa en el país vasco, **2001** <https://goo.gl/rkKikT> (consultado Julio 22 de 2019).
- 3.M. Rentería, M. Ramírez, P. Aguilar, N. Rubio, H. Pinedo, C. Sánchez y C. Vélez Remoción de plomo en solución acuosa por la cáscara de naranja (Citrus sinensis)”, *INVYICIE*, 2014, Vol. 22, pp 5-10
- 4.R. Wing. Corn fiber citrate: preparation and ion-exchange properties. *Ind Crops Prod.* **1996**, Vol. 5, pp 301- 305.
5. D. Acosta. Impactos ambientales de la minería de carbón y su relación con los problemas de salud de la población del municipio de Samacá (Boyacá). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. **2016**, Tesis de pregrado.
6. G.J Zagury, V.I Kulnieks & C. M. Neculita, Characterization and reactivity assessment of organic substrates for sulphate-reducing bacteria in acid mine drainage treatment. *Chemosphere*, **2006**, Vol 64, pp 944-954.2.



XIV ENCUENTRO FACULTAD DE CIENCIAS-UPTC  
II ENCUENTRO INTERNACIONAL

**“La Ciencia en el Bicentenario, Semilla de Independencia”**

2, 3 y 4 de octubre 2019 - Sede Central Tunja, Colombia

**XXIII Jornada de la Investigación y Extensión**

30 de septiembre al 5 de Octubre de 2019