

Comportamiento del proceso de adsorción con carbón de la *yucca carnerosana* en azul de metileno

Behavior of the carbon adsorption process of *yucca carnerosana* in methylene blue

DOI: 10.46932/sfjdv4n9-004

Received on: October 13th, 2023

Accepted on: November 13th, 2023

Moises Crescencio Gonzalez

Graduado en Ingeniería Química

Institución: Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso

Dirección: Avenida Instituto Tecnológico, s/n, San Felipe del Progreso, Estado do México

Correo electrónico: moises.cg@sfelipeprogreso.tecnm.mx

Erika García Domínguez

Maestro de la Ciencia

Institución: Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso

Dirección: Avenida Instituto Tecnológico, s/n, San Felipe del Progreso, Estado do México

Correo electrónico: erikagarcia.tessfp@gmail.com

Rosalba Ramirez Noriega

Maestría en Ciencias de la Educación

Institución: Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso

Dirección: Avenida Instituto Tecnológico, s/n, San Felipe del Progreso, Estado do México

Correo electrónico: rosalba.rn@sfelipeprogreso.tecnm.mx

Juan Bonifacio Martínez

Maestro de la Ciencia

Institución: Instituto Nacional de Pesquisa Nuclear

Dirección: Carretera Toluca, México, s/n, La Marquesa México

Correo electrónico: juan.bonifacio@inin.gob.mx

RESUMEN

En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en el Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del progreso. Se evaluó el material carbonoso de *Yucca Carnerosana* como adsorbente de azul de metileno. La pirólisis a 450°C, se tamizo [mallas 140, 165 y 200]. Las disoluciones de azul de metileno se pusieron en contacto con cada tamaño de partícula a 60 min a 0.1 g y 0.5 g de carbón con agitación de 200 rpm; después se filtraron y se dio lectura en un espectrofotómetro UV visible. Los efluentes filtrados mostraron absorbancia de 140 [2.504 nm], 165 [2.3505 nm], 200 [1.2206 nm]. La malla 200 tuvo mayor adsorbancia en la remoción. El isoterma Langmuir, es el modelo que mejor ajusta a la cinética de adsorción, con una correlación de $R^2 = 0.8385$. Por tanto, el material carbonoso de *Yucca Carnerosana*, puede considerarse como un material adsorbente.

Palabras clave: Yucca, azul de metileno, adsorción, carbón.

ABSTRACT

This article presents the results of a research carried out at the Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso. The carbonaceous material of *Yucca Carnerosana* was evaluated as a methylene blue

adsorbent. Pyrolysis at 450°C was sieved [140, 165 and 200 meshes]. The methylene blue solutions were contacted with each particle size at 60 min at 0.1 g and 0.5 g of carbon with stirring at 200 rpm; They were then filtered and read in a UV visible spectrophotometer. The filtered effluents showed absorbance of 140 [2.504 nm], 165 [2.3505 nm], 200 [1.2206 nm]. The 200-mesh had greater adsorbance in removal. The Langmuir isotherm is the model that best fits the adsorption kinetics, with a correlation of $R^2 = 0.8385$. Therefore, the carbonaceous material of *Yucca Carnerosana* can be considered as an adsorbent material.

Keywords: *Yucca*, methylene blue, adsorption, carbon.

1 INTRODUCCIÓN

El agua es el líquido más apreciable, el cual ha sido contaminado por varios factores, siendo uno de ellos los colorantes sintéticos usados en procesos; ha afectado grandemente a mares, ríos. Por lo que se han encontrado alternativas para el tratamiento de este líquido. Uno de los métodos utilizados es la bioadsorción, la cual ha demostrado ser eficiente en la remoción de colorantes sintéticos, mediante el uso de biomasa no vivas. Este proceso de adsorción tiene ventajas debido al uso materiales adsorbentes de bajo costo.

Actualmente existe una alta generación de desechos agrícolas tales como son la cáscara de arroz, la cáscara de coco, la cáscara de tamarindo, la cáscara de yuca entre otros, aprovechados mediante una modificación física o química han demostrado ser eficientes en la absorción y adsorción de metales pesados, colorantes, fármacos, etc.

La *Yucca Carnerosana* se ha investigado como material adsorbente de metales pesados, debido a su contenido de sitios ácidos y lignina del tipo de mecanismo de bioadsorción.

Dentro de otra investigación realizada por Ramos (2013) hace referencia a la adsorción de CO₂ y al almacén de agua usando la biomasa de *Yucca filifera*,

Por lo que en esta investigación se estudió el comportamiento sortivo del carbón proveniente de la pirólisis de *Y. Carnerosana*, mediante disolución acuosa de azul de metileno, generando las isotermas para conocer la relación de equilibrio entre la concentración en la fase fluida y la concentración en las partículas del adsorbente a una temperatura determinada. En general, la cantidad de materia adsorbida se determina como función de la concentración a temperatura constante, y la función resultante se conoce con el nombre de isoterma de adsorción.

Las isotermas cóncavas resultan interesantes para ayudar a comprender el proceso de regeneración. Si la isoterma de adsorción es favorable, la desorción tiene características similares a la adsorción con isoterma desfavorable (Colina, 2012).

2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

2.1 PREPARACIÓN DEL FOLLAJE DE YUCCA CARNEROSANA

Para el desarrollo de esta investigación se utilizó follaje de yuca. La preparación del material consistió en lavados, aproximadamente de 5 a 6 veces con agua destilada para eliminar algunos residuos que el material presentara al estar expuesto al medio ambiente. Posteriormente el material se dejó secar por quince días a temperatura ambiente $25^{\circ}\text{C} \pm 2$ (figura 1).

Figura 1. *Yucca Carnerosana*.



Fuente: Crescencio, G. M. (2020).

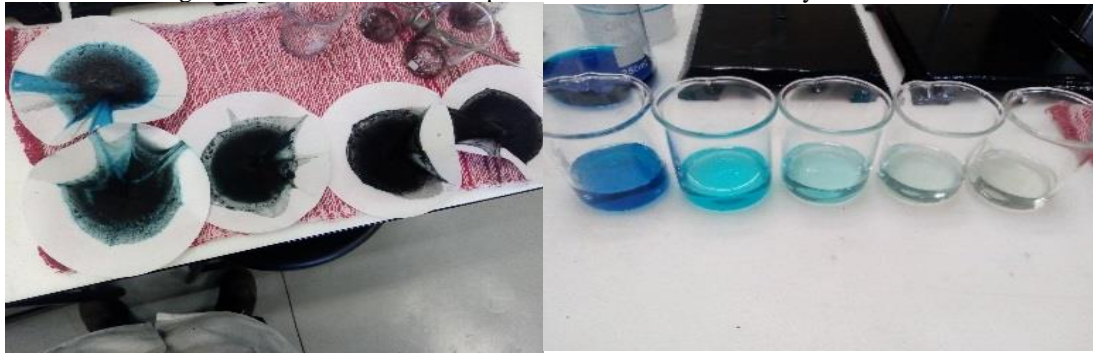
Se utilizaron mallas de 140, 165, 200 para la obtención del carbón 450°C . Una vez obtenido el tamaño de partícula de las tres diferentes mallas se tomaron tres muestras, a las cuales se les realizaron diferentes estudios con el fin de poder conocer las características y propiedades que el material presenta en su composición.

Se determinó la composición elemental de la biomasa (malla 200), la cual fue analizada mediante la técnica: Microscopía Electrónica de Barrido,

2.2 PRUEBAS DE ADSORCIÓN EN LOS DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTICULA

El procedimiento seguido fue el siguiente: se pesaron de 0.1 a 0.5 g de carbón, los cuales se colocaron en contacto con 20 mL de azul de metileno durante una hora para posteriormente ser filtradas usando papel filtro no. 4 como medio filtrante (figura 2), al término del filtrado se procedió a medir la absorción mediante el uso de un espectrofotómetro de UV-visible a 620 nm.

Figura 2. Azul de metileno después del contacto con carbón y del filtrado.



Fuente: Crescencio, G. M. (2020).

3 COMENTARIOS FINALES

3.1 RESUMEN DE RESULTADOS

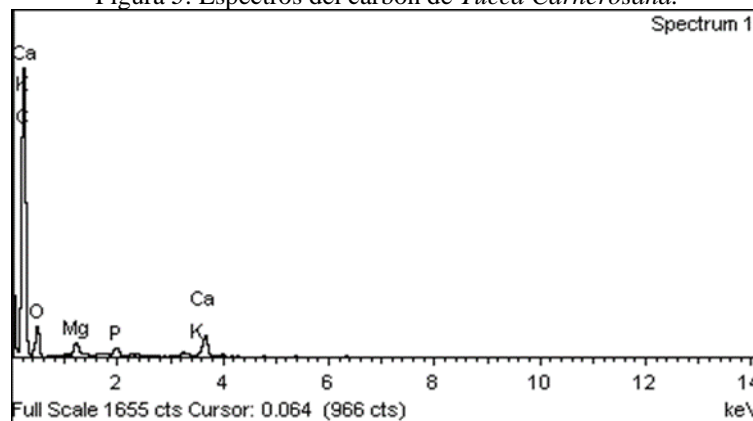
En este trabajo investigativo se estudió la capacidad de adsorción de la yuca en disoluciones de azul de metileno mediante los modelos de Langmuir y Freundlich. En la tabla 1, se indica la composición elemental de la biomasa, así como el espectro de composiciones en la figura 3, la cual fue analizada mediante la técnica: Microscopia Electrónica de Barrido del tamaño de malla 200, ya que es el tamaño de partícula con el cual se llevaron a cabo las pruebas.

Tabla 1. Composición elemental de la biomasa *Yucca Carnerosana*.

Elemento	Peso (%)	Atómico (%)
C	55.07	66.73
O	30.61	27.84
Mg	0.81	0.49
P	0.99	0.46
S	0.38	0.17
K	6.90	2.57
Ca	3.59	1.30
Fe	1.65	0.43
Total	100.0	

Fuente: Crescencio, G. M. (2020).

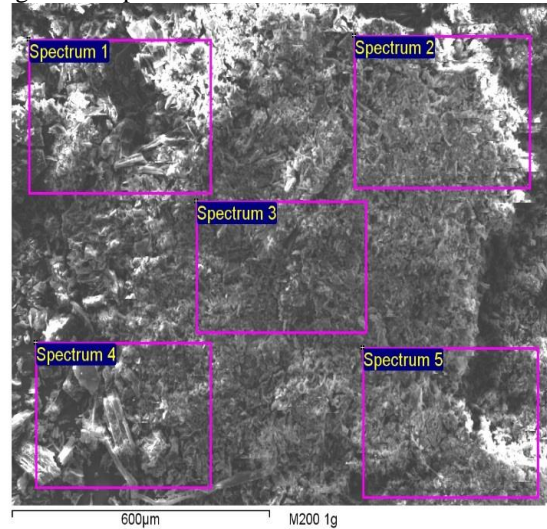
Figura 3. Espectros del carbón de *Yucca Carnerosana*.



Fuente: Crescencio, G. M. (2020).

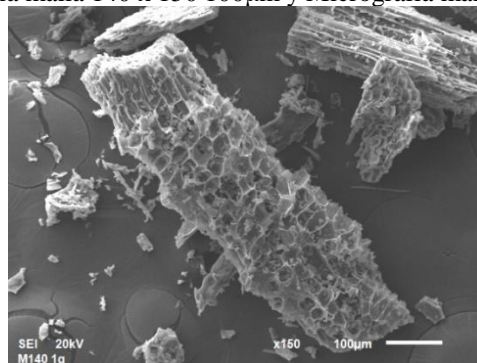
En la figura 4 y 5, se aprecia la morfología de la yuca con la malla 200, presentándose pequeños huecos por toda la superficie lo que confiere características como material adsorbente debido a las porosidades que poseen. Las micrografías analizadas, se observan estructuras similares.

Figura 4. Espectros del carbón de *Yucca Carnerosana*.



Fuente: Crescencio, G. M. (2020).

Figura 5. Micrografía malla 140 x 150 100µm y Micrografía malla 165 x100 100µm.



Fuente: Crescencio, G. M. (2020).

En la tabla 2, se muestran los resultados para las isotermas de adsorción de los modelos de Langmuir y Freundlich.

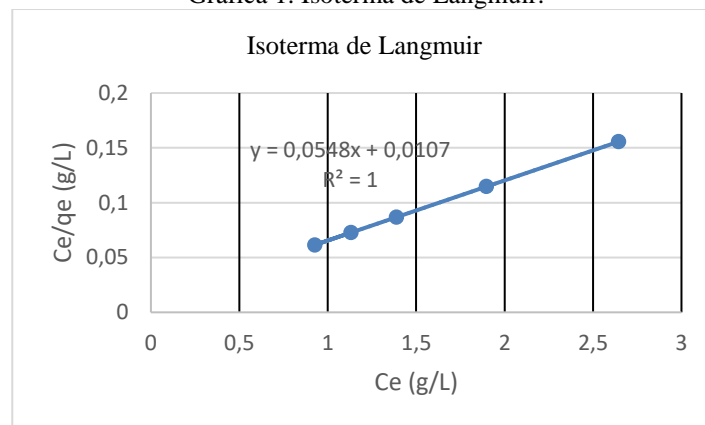
Tabla 2. Datos para los modelos de Langmuir y Freundlich.

Ce	Q^0	K	Ce/Qe	Kf	log qe	log Ce
0.572222222	55.5555556	769.467528	0.0825	1.18086432	-0.07656384	1.07844093
0.577777778	55.5555556	769.467528	0.0826	1.18086432	-0.0764883	1.07739481
2.911111111	55.5555556	769.467528	0.1246	1.18086432	-0.06384694	0.90230667
2.144444444	55.5555556	769.467528	0.1108	1.18086432	-0.06623633	0.93540074
1.788888889	55.5555556	769.467528	0.1044	1.18086432	-0.0676535	0.95502908

Fuente: Crescencio, G. M. (2020).

Las isothermas de adsorción de Langmuir (gráfica 1) y Freundlich (gráfica 2) es que la línea con tendencia respecto a las concentraciones y con el coeficiente de correlación $R^2=1$ indica que el modelo matemático es lineal. De acuerdo con González (2016), reporta que el valor del parámetro indica la forma de la isoterma muestra un proceso lineal, de acuerdo a las reglas para el valor de R, ($R_L > 1$), lineal ($R_L=1$), favorable ($0 < R_L < 1$) o irreversible ($R_L = 0$). Así mismo Lucas, R. C. (2017) también reportan este comportamiento lineal para isothermas de Langmuir.

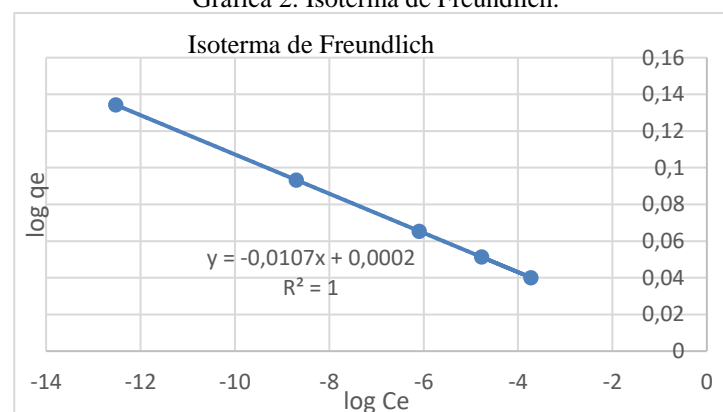
Gráfica 1. Isotherma de Langmuir.



Fuente: Crescencio, G. M. (2020).

De acuerdo a la información consultada, el modelo que mejor ajusta y de acuerdo a los datos arrojados en la investigación es el modelo de Langmuir y $R^2 = 0.8385$ basándonos en resultados obtenidos por la investigación de (Rodríguez, 2011),

Gráfica 2. Isotherma de Freundlich.



Fuente: Crescencio, G. M. (2020).

4 CONCLUSIONES

Los resultados demuestran que en la experimentación llevada a cabo en condiciones normales de presión y temperatura con las mallas 140 y 165 pulgadas se obtuvieron datos confiables, la mejor fue

maya 200 alcanzando un 96% de remoción con 0.5 gramos de carbón de *Yucca carnerosana*, a lo que se concluye que es el tamaño de partícula que evidenció tener grandes características de remoción comparado con las dos anteriores, debido al área superficial.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación se concluye que la isoterma de adsorción se ajusta al modelo de Langmuir debido a que los parámetros que se obtuvieron como: el coeficiente de correlación (R^2) equivale a 1 según González (2016) que corresponde a un sistema lineal.

RECOMENDACIONES

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse las propiedades y características de la superficie del material natural empleado como adsorbente depende de varios aspectos como son: procedencia o tipo de fuente, temporada de adquisición o cosecha, estado de la fuente, calidad, tratamiento previo que se haga o no al material, para aumentar el porcentaje de remoción.

Las propiedades y características de la superficie del material tiene una importante relación en la consistencia de los resultados, por lo que es necesario caracterizar el material teniendo en cuenta tanto sus propiedades como algunos otros aspectos particulares que favorezcan los datos experimentales.

REFERENCIAS

- Colina, E. J. (2012). Remoción de Pb (ii) de Soluciones Mediante Carbón Activado: Experimentos en Lotes. Facultad de Ciencias Químicas, 1-51.
- González, C. V. (2016). Capacidad Adsorbente de las Fibras de Nopal para la Reducción de Zinc en Soluciones Acuosas. Tecnológico de Estudios Superiores San Felipe del Progreso, 1-66.
- Lucas, R. C. (2017). Predicción de la Curva de Ruptura de una Columna Empacada con Adsorbente Carbonoso Proveniente de la Pirolisis de la Raíz de Maíz (*Zea mays*); la Remoción de Azul de Metileno como Caso Particular. Tesis de Licenciatura. Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, 1-61.
- Luis, R. V. (2019). Deshidrogenación Catalítica de amoniaco-borano mediante catálisis heterogénea. Tesis de Licenciatura. Tecnológico de Estudios Superiores de San Felipe del Progreso, 1-50.
- Ramos, Y. E. (2013). Estimación de la Biomasa Área y Captura de Carbono en *Yucca filifera* (Chaubad) y *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt. Usando ecuaciones Alométricas. . Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, 37.