

Determinación de la capacidad de adsorción de metales en disoluciones acuosas con *Moringa oleifera*

Alfaro Fuentes Ricardo^{1,2*}, Negrete Mendoza Fernanda Angelita²

¹Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México. C. U. Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México

²Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México. Av. Universidad 3000, Col. Universidad Nacional Autónoma de México. C. U. Delegación Coyoacán, C.P. 04510, Ciudad de México.

*Autor para correspondencia: ralfarof@gmail.com

Recibido:

18/junio/2017

Aceptado:

16/octubre/2017

Palabras clave

Moringa, UV-Vis, Metales

Keywords

Moringa, UV-Vis, Metals

RESUMEN

El árbol de *Moringa oleifera* es un organismo al cual se le han asignado diversas características, como son el ser una planta con propiedades curativas, alimenticias, un agente purificador de agua, e incluso poseer la capacidad de absorber metales en disolución. En el caso de la presencia de metales pesados disueltos en cuerpos de agua, estas sustancias representan un grave problema de salud pública por causar diversas enfermedades crónicas o degenerativas. Es entonces que en este proyecto se determinó la capacidad real de adsorción de tres metales pesados (Cu, Mn y Cr) con la semilla de *Moringa oleifera* empleando un método de análisis espectrofotométrico. Los resultados indican que la semilla de *Moringa* sólo es capaz de retener al Cr y al Cu, ya que aun a pesar de que en los análisis realizados a disoluciones acuosas contaminadas con Mn mostraron que ya no había metal en disolución, se determinó que el metal precipitó por completo.

ABSTRACT

The tree of *Moringa oleifera* there have been assigned many properties, for example the use of a plant with curative properties, food properties, an agent water purifier, up to of possessing the aptitude to absorb metals in dissolution. In case of the presence of soluble heavy metals in bodies of water, these metals represent a serious problem of public health for causing diverse chronic or degenerative diseases. It is at the time that was approached by the evaluation of the capacity of adsorption of three heavy metals (Cu, Mn and Cr) with the seed of *Moringa oleifera* using as method of analysis espectrofotométrico, thinking that the seed of alone Moringa is capable of retaining the Cr and the Cu, since even in spite of the fact that in the analyses realized to watery dissolutions contaminated with Mn they showed that already there was no metal in dissolution, one determined that I precipitate the metal completely.

Introducción

La *Moringa oleifera* es un árbol originario de Asia específicamente de la zona meridional del Himalaya, sin embargo, en la actualidad se le puede encontrar prácticamente en todas las regiones del planeta, con clima tropical, árido y semiárido (Sánchez et al., 2013). Se le conoce desde hace mucho tiempo y cada una de las partes del árbol reportan ser muy apreciadas tal y como lo reportan en un shortreview (Martín et al., 2013), en donde indica que las hojas, las flores y las raíces presentan un alto valor nutritivo y son usadas tanto para consumo humano como animal. Otra característica que se reporta es que la semilla presenta acción floculante similar a la de las sales de aluminio, que son usadas para potabilizar el agua (Mendoza et al., 2000). La lista de propiedades atribuidas a esta planta no acaba ahí ya que la literatura indica que ha tenido un amplio uso medicinal, ya sea para enfermedades como anemia, cólera, bronquitis o actividad antimicrobiana, agente antioxidante, adsorción de metales pesados, entre otras muchas (Martín et al., 2013; Caldera et al., 2007).

Es en el caso de la adsorción de metales en disoluciones acuosas donde se han hecho muchos estudios para evaluar el fenómeno de la bioadsorción al emplear plantas para la remoción de metales pesados en disolución, debido a que la presencia de estos elementos en el agua son contaminantes muy importantes debido a que son las sustancias encargadas de generar enfermedades crónicas o degenerativas tales como la arseniosis que es una enfermedad de la piel provocada por arsénico, la dermatitis alérgica provocada por cromo o lesiones renales provocadas por cadmio en agua (Méndez et al., 2009). La literatura indica que se ha evaluado el proceso de retención de los metales, con níquel (Reddy et al., 2011), con cadmio (Sharma et al., 2006), arsénico (Ali, 2014; Kumari et al., 2006), manganeso (Marques et al., 2013) o mezclas de metales (Ongulu et al., 2015; Sharma et al., 2007); en todos los metales indicados los estudios los realizan empleando *Moringa* y como técnica de análisis, el infrarrojo. Los valores que reportan sólo muestran porcentajes de adsorción, es por ello que en este proyecto se plantea realizar los estudios empleando otra técnica de análisis. La técnica empleada para este proyecto es fluorometría con absorbancia de luz visible, con la cual se pretende reportar la cantidad exacta de metal que es capaz de retener la *Moringa*.

Metodología

El procedimiento experimental consistió en tres partes, la primera que fue el tratamiento de la semilla de *Moringa* para ser empleada en la adsorción de metales, la segunda en realizar la semi-validación del fluorómetro

espectrofotómetro de luz Visible (Marca Vernier) para determinar el intervalo de trabajo y obtener las curvas de calibración de metales en disolución, y la última etapa que correspondió a los experimentos de adsorción y cuantificación de los metales en disolución restantes.

Preparación de semilla de *Moringa oleifera*

Se obtuvo la semilla de *Moringa* de forma comercial en el mercado de Xochimilco, la semilla consiste en una estructura esférica de color café de textura suave y dura, como característica peculiar de la semilla es un tejido blanco denominado alas y que la divide en tres. La parte café oscura que se mencionó es una cáscara que se retiró de forma manual y una vez expuesta la pulpa que es también de forma esférica de color blanca, se dejó secar a temperatura ambiente; el proceso requirió de tres semanas de secado para que al momento de tratar de triturarlas se formara polvo, en caso de que la semilla no estuviera seca no se puede pulverizar ya que se apelmaza.

Elaboración de curvas de calibración de Cu, Cr y Mn

Para este proyecto se empleó un espectrofotómetro de la marca Vernier, modelo SpectroVis Plus con una ventana de 380 a 950 nm. Previo a la generación de las curvas de calibración se realizó una semi-validación del método que consistió en determinar límites de detección, cuantificación y límite superior de trabajo, todo esto para determinar el intervalo de trabajo para cada elemento. Una vez determinada la linealidad para cada metal se procedió con la preparación de curvas de calibración a partir de sales con grado reactivo para el caso de Cu se usó sulfato de cobre penta-hidratado, para el Cr dicromato de potasio y para Mn se usó permanganato de potasio.

Determinación de la capacidad de adsorción de *Moringa oleifera*

La primera acción para verificar la capacidad de retención de metales fue colocar diferentes cantidades de *Moringa* a una disolución de concentración conocida de cada metal, para ello se dejó que el sistema de *Moringa*-metal estuvieran en contacto hasta asegurarse que ya no retenía más metal la planta, dicho evento se monitoreó con el SpectroVis Plus, posteriormente la mezcla se filtró por gravedad empleando papel Whatman No. 42. Cada una de las disoluciones filtradas se colocaron en el espectrofotómetro para determinar por diferencia la cantidad de metal que retiene la semilla. La segunda parte fue colocar por triplicado una cantidad específica de *Moringa* y una cantidad conocida del metal en disolución en exceso para determinar la cantidad exacta de metal que retiene la planta

Resultados y discusión

Preparación de curvas de calibración

Los resultados obtenidos de la semi-validación de los tres elementos empleados (Cu, Cr, Mn), presentan una excelente tendencia lineal de las absorbancias con respecto a las concentraciones planteadas para cada curva, ver figura 1. Los intervalos de trabajo encontrados para cada elemento son: para cobre se determinó que su límite de detección es de 0.005 M, mientras que el de cuantificación es de 0.011 M estableciendo un intervalo de medición de 0.011 a 0.1 M; para cromo los límites de detección y cuantificación son de 4.2×10^{-5} M y 1.4×10^{-4} M respectivamente, el intervalo de lectura es de 1.4×10^{-4} a 9.8×10^{-4} M; por último, en el caso de manganeso se obtuvo que sus límites son 3.0×10^{-5} M y 6.6×10^{-5} M, también en detección y cuantificación, el intervalo de trabajo es de 6.6×10^{-5} a 7.3×10^{-4} M. Las concentraciones de los experimentos realizados con Moringa se obtuvieron por interpolación empleando cuadrados mínimos.

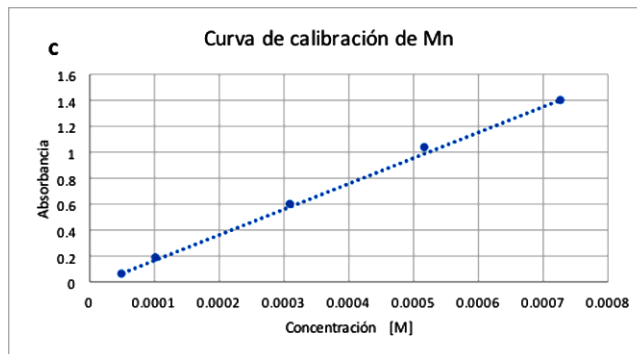
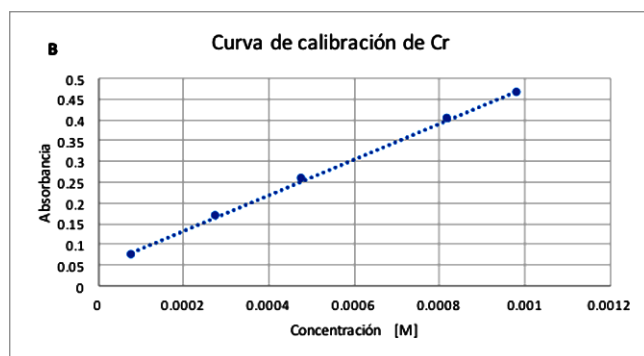
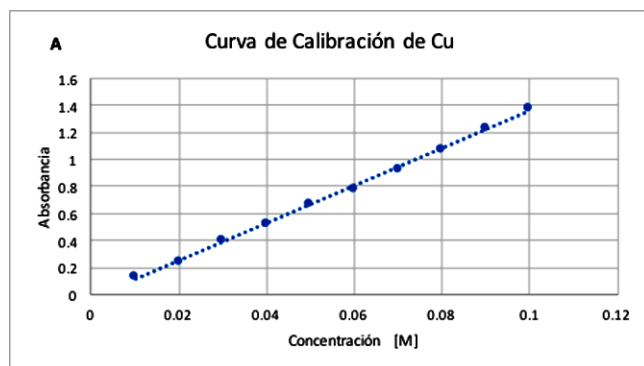


Figura 1. A. Curva de calibración de Cu. B. Curva de calibración de Cr y C. Curva de calibración de Mn, cada una de las curvas es concentración contra absorbancia.

Determinación de la capacidad de retención de *Moringa oleifera*. Una vez obtenidos los parámetros de validación del método, para conocer la cantidad de metal presente en las disoluciones, se procedió con la determinación de que cantidad de metal es posible que retenga la *Moringa*. En el caso del Cu la primera etapa consistió en colocar 2.0 g de la semilla a diferentes volúmenes (15, 20 y 25 mL) de una disolución madre de cobre (0.047 M), una vez establecida la cantidad más adecuada se repitió el experimento se repitió el experimento por triplicado empleando 2.0 g de la planta y 25 mL de Cu 0.047 M encontrando que la cantidad máxima de retención fue de 1738 ± 140 mg por kilogramo de la semilla. Los experimentos realizados con cromo también fueron en dos etapas la primera con 0.5 g de planta, empleando volúmenes de 15, 20 y 25 mL de una disolución 5.0×10^{-3} M, la segunda etapa que fue por triplicado fue usando 1.0 g de Moringa y 50 mL de Cr 5.0×10^{-3} M mostró que la semilla es capaz de retener 3550 ± 109 mg por kilogramo. El manganeso que también se investigó en el proyecto solo constó de la primera etapa en donde se colocaron 0.5 g de Moringa y 4 diferentes volúmenes (20, 30, 40 y 50 mL) de una disolución de Mn 5.0×10^{-3} M. En un inicio los resultados parecían muy prometedores ya que en todos los casos la cantidad de manganeso en disolución estaba por debajo del límite de cuantificación (6.6×10^{-5} M), con estos resultados y realizando una evaluación más minuciosa de los experimentos realizados se encontró que en todos los casos a parecía un precipitado de color negro consistente con dióxido de manganeso, por lo que los resultados encontrados parecen indicar que no se absorbió el metal a la planta, si no que produjo un proceso de reducción y de ahí la razón que ya no se detectara Mn en la disolución.

Conclusiones

La investigación desarrollada con *Moringa oleifera* demostró ser un proyecto interesante debido a que los resultados obtenidos no sólo aportaron información sobre la capacidad de retención de la Moringa, sino que además al parecer es un agente reductor. La capacidad de retención de la semilla para el Cu fue de 1784 mg del metal por kilogramo de semilla, mientras que para el cromo la semilla puede retener 3550 mg. En el caso del manganeso la Moringa al parecer demostró tener actividad reductora debido a la formación de MnO_2 . Este resultado es extremadamente importante debido a que es la primera vez que se reporta esta característica de la Moringa, por lo que en un futuro próximo se realizará un proyecto para determinar con certeza la capacidad reductora de la semilla.

Referencias

- Ali E. N. (2014). Biosorption of Cd (II) from water by Moringa oleifera Leaves. *Advanced Materials Research*, 925, 223–227.
- Caldera Y., Mendoza I., Briceño L., Garcia J., Fuentes L. (2007). Eficiencia De Las Semillas De Moringa Oleifera Como Coagulante Alternativo En La Potabilización Del Agua. *Planta*, 41(2), 244–254
- Kumari P., Sharma P., Srivastava S., Srivastava M. (2006). Biosorption studies on shelled Moringa oleifera Lamarck seed powder: Removal and recovery of arsenic from aqueous system. *International Journal of Mineral Processing*, 78: 131–139.
- Marques T. L., Alves V. N., Coelho L. M., Coelho N. M. (2013). Assessment of the use of Moringa oleifera seeds for removal of manganese ions from aqueous systems. *BioResources*, 8(2), 2738–2751.
- Martín C., Martín G., García A., Fernández T., Hernández E. (2013). Potenciales aplicaciones de Moringa oleifera. Una revisión crítica. *Pastos Y Forrajes*, 36(2), 137–149.
- Méndez P., Ramírez G., César A., Gutiérrez R., Alma D., García, P. (2009). Contaminación y fitotoxicidad en plantas por metales pesados provenientes de suelos y agua. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*, 10: 29–44.
- Mendoza, I., Fernández, N., Ettiene G. (2000). Uso de la Moringa oleifera como coagulante en la potabilización de las aguas Use of Moringa oleifera as coagulant in the water treatment. *Ciencia* 8, 8(August), 235–242.
- Ongulu R. A., Lusweti K. J., Morang G. Z. (2015). Biosorption of Pb^{2+} and Cr^{2+} Using Moringa Oleifera and Their Adsorption Isotherms. *Science Journal of Analytical Chemistry*, 3(6), 100.
- Reddy D. H. K., Ramana D. K. V., Seshiah K., Reddy A. V. R. (2011). Biosorption of Ni(II) from aqueous phase by Moringa oleifera bark, a low cost biosorbent. *Desalination*, 268: 150–157.
- Sánchez P. Y. A., Martínez A. G. C. G., Sinaguwa G. S. R., Vázquez R. J. A. (2013). Moringa oleifera ; Importancia , Funcionalidad y Estudios Involucrados. *Revista Científica de La Universidad Autónoma de Coahuila*, 5(9), 25–30.
- Sharma P., Kumari P., Srivastava M. M., Srivastava S. (2006). Removal of cadmium from aqueous system by shelled Moringa oleifera Lam. seed powder. *Bioresource Technology*, 97(2), 299–305.
- Sharma P., Kumari P., Srivastava M. M., Srivastava S. (2007). Ternary biosorption studies of Cd(II), Cr(III) and Ni(II) on shelled Moringa oleifera seeds. *Bioresource Technology*, 98(2), 474–477.