

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE CURTIDO EN TENERÍAS DE LA CIUDAD DE LEÓN, PROCESO DE ADSORCIÓN CON BIOMASA

WASTEWATER TREATMENT FROM THE TANNING PROCESS IN TANNERY OF THE CITY OF LEÓN, ADSORPTION PROCESS WITH BIOMASS

Vernon¹ Sandoval Ramos

¹Docente del Departamento de Química, Facultad de Ciencias y Tecnología, UNAN-León
Correo: vernon.sandoval@ct.unanleon.edu.ni

Recibido: 22-11-2020
Aceptado: 26-11-2020

RESUMEN—En el presente trabajo de investigación se verificó la adsorción de Cromo (VI) utilizando la cascara del fruto de la planta (*Cocos nucifera* L.) como biomasa orgánica. La variación de la concentración de Cr (VI) en el estudio, se realizó por el método espectrofotométrico a una longitud de onda de 351 nm. Los parámetros empleados para el estudio realizados a muestras de aguas residuales fueron: tiempo de contacto de 30 min, tamaño de partícula 0.063mm y dosis de adsorbente de 5g en 40mL de agua residual, dando como resultado una remoción del 87% de Cr (VI).

El proceso puede ser estudiado a través de los modelos de Langmuir y de Freundlich, ya que los coeficientes de correlación obtenidos para ambos modelos fueron de 0,9933 y 0,9997 respectivamente.

El método presentó buena correlación lineal con un valor de R² de 0.9989. De acuerdo a los resultados anteriores se establece que, el método utilizado de análisis espectrofotométrico UV-vis, proporciona resultados confiables. Se comprobó que el carbón activado a partir de cascara de coco presenta buenas propiedades de adsorción para remoción de Cr (VI) y es un diseño de bajo costo. Por tanto, dicho estudio permitiría a la industria del cuero implementar medidas que minimicen el impacto ambiental generado.

Palabras claves: adsorción, cromo (VI), carbón activado, biomasa, aguas residuales, tenería, isoterma de Freundlich, Langmuir

ABSTRACT—In the present research work, the adsorption of Chromium (VI) was verified using the peel of the fruit of the plant (*Cocos nucifera* L.) as organic biomass. The variation of the Cr (VI) concentration in the study was carried out by the spectrophotometric method at a wavelength of 351 nm. The parameters used for the study carried out on wastewater samples were: contact time of 30 min, particle size 0.063mm and adsorbent dose of 5g in 40mL of wastewater, resulting in a removal of 87% of Cr (VI).

The process can be studied through the Langmuir and Freundlich models, since the correlation coefficients obtained for both models were 0.9933 and 0.9997 respectively.

The method presented good linear correlation with an R² value of 0.9989. According to the previous results, it is established that the UV-vis spectrophotometric analysis method used provides reliable results. Activated carbon from coconut shell was found to have good adsorption properties for Cr (VI) removal and is a low-cost design. Therefore, said study would allow the leather industry to implement measures that minimize the environmental impact generated.

Keywords: adsorption, chromium (VI), activated carbon, biomass, wastewater, tannery, Freundlich isotherm, Langmuir



INTRODUCCIÓN

En la Ciudad de León, Nicaragua, se encuentran empresas dedicadas al proceso de curtido de cuero, los cuales utilizan sales de cromo (III) para la formación de un cuero resistente a la degradación física y biológica, esta especie de cromo puede oxidarse a cromo hexavalente, que es la especie de mayor toxicidad. El problema que presenta el uso de sales de cromo en el curtido de pieles, es generado por gran cantidad de curtiente que no se fija y finalmente se descarga al ambiente en las aguas residuales, generando efectos negativos en el ambiente y a la salud humana (Rodas Quiroz, 2016).

Los diversos métodos que se aplican en la actualidad, suelen ser costosos o no resultan del todo eficaces para cumplir con las regulaciones ambientales.

La adsorción con biomasa puede ser una técnica novedosa; entre sus ventajas se destacan ser un proceso muy rápido, eficaz y menos costoso, frente al tratamiento de grandes volúmenes de efluentes con concentraciones de metales (Selvi, 2001). En el presente trabajo de investigación se implementó, un método de análisis para determinar la concentración de Cr (VI) en muestras de agua residuales provenientes del proceso de curtido.

El método empleado fue espectrofotometría UV-vis, que es uno de los métodos más utilizados en los laboratorios analíticos para identificar especies absorbentes. Dicho método, se fundamenta en su adsorción con el carbón activado a partir de cascara de coco, estableciendo así el mejor agente adsorbente, de bajo costo y de mucha abundancia. Las muestras de aguas residuales, fueron leídas a una longitud de onda de 351 nm.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de las disoluciones de cromo

Solución estándar de $K_2Cr_2O_7$: Solución Madre (500ppm): Pesar 0.05 g (± 0.0001) de dicromato de potasio y diluir a 100 ml con ácido sulfúrico 0.005 M. Solución hija (100 ppm): Diluir 10 ml de la solución madre a 50 ml con ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Obtención de biomasa

Se realizó una selección favoreciendo a las cáscaras que se encuentren en mejor estado para aprovechar una vida útil mayor. La biomasa (cascara de coco) recolectada es secada e incinerada. Se tritura con ayuda de un mortero y se tamiza con mallas de 100 y 230 reduciendo el tamaño de partícula.

Activación de la biomasa

A 50 g de la muestra tamizada se le agregan 400 mL de HNO_3 3.5 M agitando durante 4 horas. La mezcla se filtra con la ayuda de un embudo y papel filtro, y se lava 10 veces por filtración al vacío (50 mL de agua destilada en cada lavada). La biomasa es secada durante 10 horas en un horno a 50 °C y luego a 160 °C por 3h.

Métodos analíticos

Se utilizó el procedimiento establecido en el Standard methods (APHA, 1998). Considerando que en los procesos de adsorción afectan parámetros tales como: temperatura, pH, y concentración del metal analizado.

EQUIPO UTILIZADO

Para todo el trabajo de investigación se utilizó: Espectrofotómetro Thermo Scientific Génesis 10S UV-Vis

Balanza analítica Sartorius modelo BP 210 S, pH-metro Tacussel.

Digestión de la muestra de agua residual. (Borda-Prada, 2014)

Tomar 10 mL de la muestra de agua residual en un vaso precipitado de 50 mL se adicionan 3 mL de HNO_3 seguidamente se calienta hasta ebullición moderada y se mantiene la digestión durante 15 min. Se retira del calentamiento y se deja enfriar finalmente se filtra la muestra y se diluye con agua destilada en balón volumétrico de 250 mL hasta aforo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

PORCENTAJE DE INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE PARTÍCULA DEL CARBÓN ACTIVADO PARA EL PROCESO DE ADSORCIÓN

Uno de los parámetros estudiados es el tamaño de partícula de la cáscara de coco, la capacidad de adsorción de diferentes materiales varía de acuerdo con el tamaño de partícula. Para el estudio del porcentaje de rendimiento de carbón activado, se evaluó la influencia del tamaño de partícula de cáscara de coco en la eficiencia de remoción de los iones Cr (VI), fueron realizados experimentos utilizando diferentes rangos de granulometría. Se tomaron aproximadamente 12 g de carbón debidamente tamizados (malla 100 y 230 MESH), a los cuales se les realizó la activación correspondiente.



Se realizó un análisis granulométrico donde se estableció el número de malla y el porcentaje retenido. En la figura 1 se puede observar que se obtiene un mayor porcentaje de rendimiento (74.53%) utilizando una malla de 230 MESH (0.063 mm) contra un 66.47 % de rendimiento para una malla de 100 MESH (0.149mm).

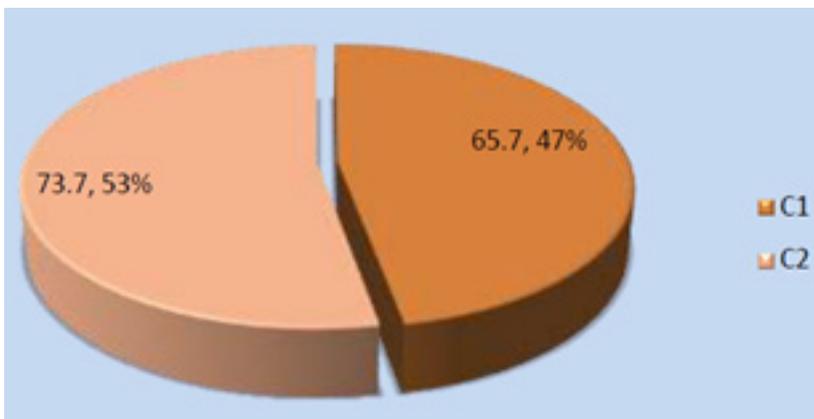


Figura 1: Porcentaje de rendimiento partícula del carbón activado.

Curva de calibración normal

Para la elaboración de la curva de calibración utilizada a lo largo de este trabajo en el equipo de medición, se partió de una solución con una concentración de cromo (VI) de 500 ppm. La curva de calibración fue construida por dilución de volúmenes de la solución estándar equivalentes a 0.5, 1, 2, 4, 6, 8 y 10 mL obteniendo de esta manera concentraciones de cromo (VI) de 5, 10, 20, 40, 60, 80 y 100 mg/L respectivamente. Las concentraciones fueron leídas en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 351 nm por triplicado obteniendo un promedio de absorbancia para construcción de la curva, figura 2.

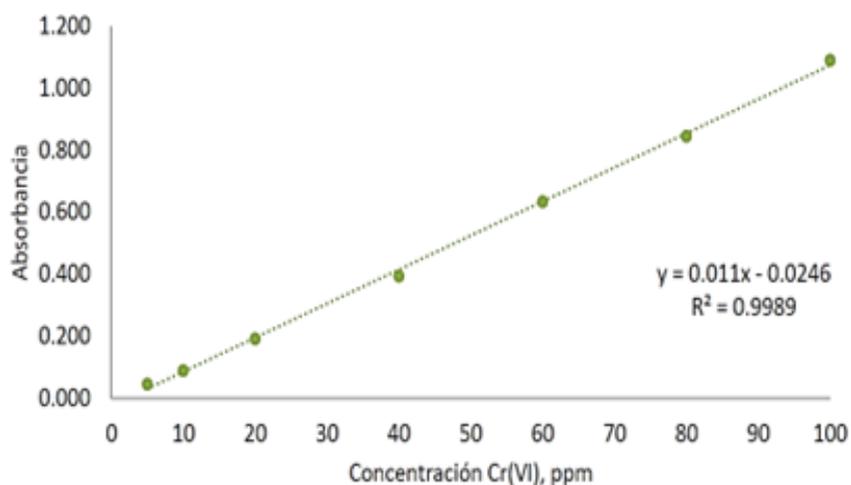


Figura 2. Curva de calibración normal.

Adsorción de cromo VI en muestras recolectadas en tenería

En la figura 3, se reflejan muestras recolectadas en la tenería de la ciudad de León, en diferentes periodos de tiempo (febrero, marzo, abril, julio, agosto, septiembre) del 2018. Se tomaron alícuotas de 50 mL de cada muestra digestada, y se procedió a medir su absorbancia con tratamiento y sin tratamiento, obteniéndose los siguientes resultados, lo que indica la capacidad de adsorción que tiene el carbón activado obtenido de la biomasa de cascara de coco. Dicho gráfico nos da como resultado un porcentaje de adsorción de Cr (VI) del 87%, para muestras reales de aguas residuales.

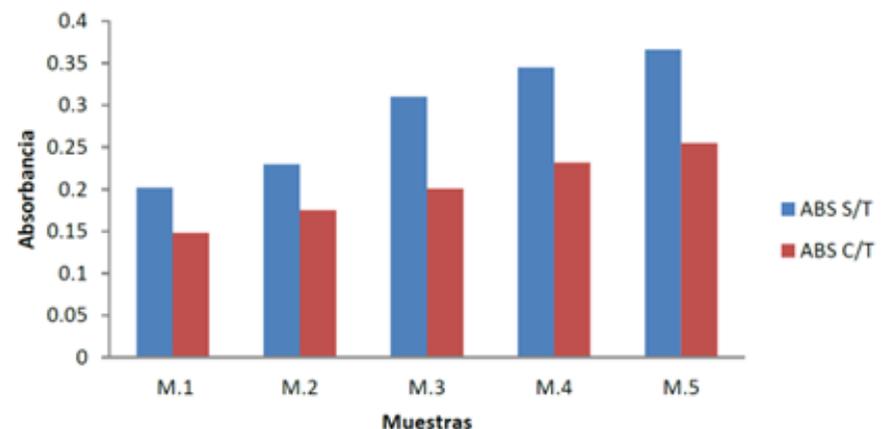


Figura 3. Comparación de muestra recolectada con y sin tratamiento en la tenería de León

Análisis de datos para la isoterma de Langmuir y Freundlich

El proceso de adsorción se cuantificó mediante la elaboración de isotermas de adsorción con el fin de obtener la cantidad de biomolécula que se acumuló sobre el carbón activado empleando los modelos matemáticos de Langmuir y Freundlich. (Varela., agosto 2014.)

$$\text{Formula: } X = C_0 - C$$

Donde X = Concentración inicial menos concentración final de $K_2Cr_2O_7$

C_0 = Concentración inicial de $K_2Cr_2O_7$

C = Concentración final de $K_2Cr_2O_7$

El modelo de Langmuir es empleado para indicar como las moléculas adsorbidas se distribuyen en la fase líquida y sólida, en esta isoterma se distribuye de forma homogénea hasta llegar al momento en que todos sus sitios se ocupan y no es posible que continúe su adsorción, es decir, se saturan en un determinado número, y la isoterma de Freundlich fue utilizada para analizar la eficiencia del carbón activado en el proceso de adsorción, en la figura 4 se muestra una linealidad que indica interacción entre el adsorbato y el adsorbente obteniendo un r_2 de 0.9933 y 0.9997 respectivamente.

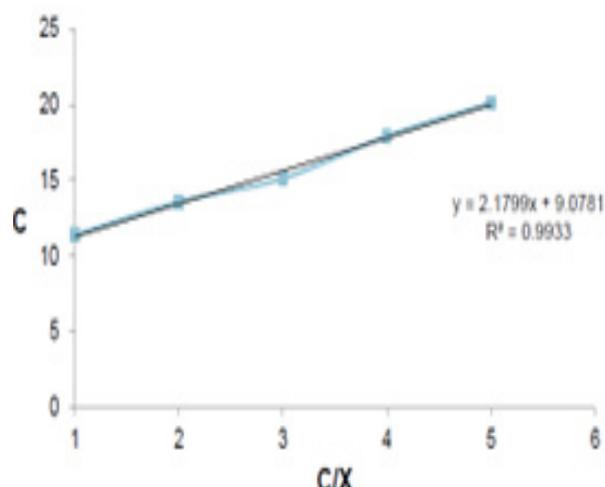


Figura 4. Isoterma de Langmuir y Freundlich

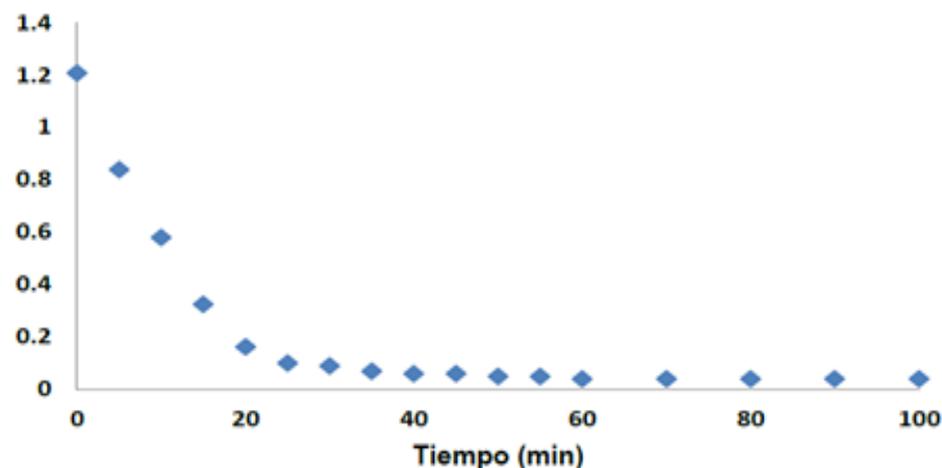
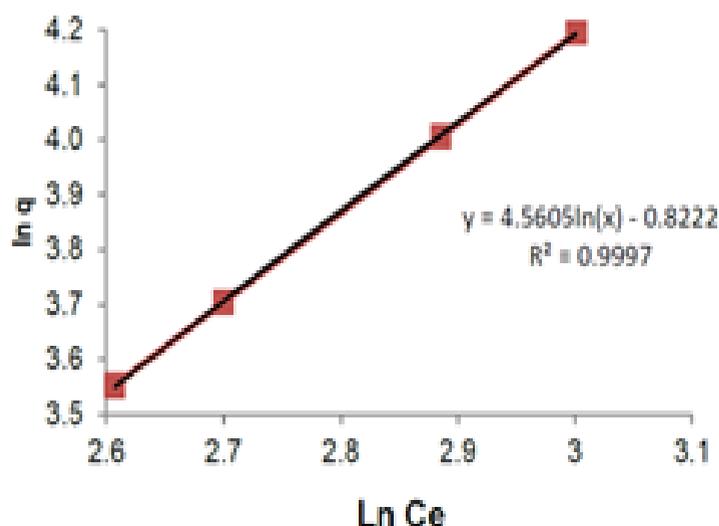


Figura 5. Absorbancia vs tiempo



Absorbancia vs tiempo

En la figura 5 se presentan los resultados de los ensayos de la absorción versus el tiempo de contacto con el carbón activado a un pH inicial de 2 a una concentración de cromo 5 mg/L.

El gráfico muestra una disminución de la concentración de cromo en función del tiempo, lo cual demuestra que el biomaterial adsorbe gran cantidad del metal, a medida que se aumenta el tiempo de agitación. Se evaluó un tiempo de contacto de 1h 40 min, donde se puede decir que a partir de 30 minutos la curva obtenida se mantiene constante, obteniéndose el tiempo óptimo de contacto

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que, la biomasa obtenida a partir de cascara de coco resulta ser excelente, adsorbiendo Cr (VI) en aguas residuales de tenerías, alcanzando una remoción del Cr (VI) del 87%.

Los parámetros óptimos a tomar en cuenta para dicho tratamiento de aguas residuales resultaron ser: pH de 2, tiempo de contacto óptimo de 30 minutos y el tamaño de partícula para la biomasa obtenida de 0.063 mm. El proceso puede ser estudiado a través de los modelos de Langmuir y de Freundlich, ya que los coeficientes de correlación obtenidos para ambos modelos fueron de 0,9933 y 0,9997 respectivamente.

El método presentó buena correlación lineal con un valor de R2 de 0.9989, en el rango comprendido de 5-100 mg/L. De acuerdo a los resultados anteriores se establece que, el método utilizado de análisis espectrofotométrico UV-vis, proporciona resultados confiables.

Se comprobó que el carbón activado, a partir de cascara de coco, presenta buenas propiedades de adsorción para remoción de Cr (VI) y es una biomasa de bajo costo. Por tanto, dicho estudio permitirá a la industria del cuero implementar medidas que minimicen el impacto ambiental generado.



Referencias

- APHA. 1998. Standard Methods for the examination of water and wastewater, 20th Ed, Washington D.C. USA, 1193p.
- Borda-Prada, O. L. (2014). Evaluación y reducción de los niveles de cromo en muestras de aguas residuales provenientes de curtiembres. Revista L'esprit Ingénieux, pp. 6-12.
- Rodas Quiroz, Ñ. T. (2016). Estudio de adsorción de cromo hexavalente en columna de lecho fijo con biomasa de tamarindo.
- Selvi, P. y. (2001). Removal of Cr(VI) from Aqueous Solution by Adsorption onto Activated Carbon
- Varela., C. B. (agosto 2014.). Remoción de cromo hexavalente utilizando un sistema de filtración con alfa-alúmina. México.

