

# SÍNTESIS FÍSICO-QUÍMICA DE CARBÓN ACTIVADO A PARTIR DE RESIDUOS ÁCIDOS

Arellano Lara Martha Daniela (1), Nicasio Tovar Diego Armando (2), Ruiz Torres Miguel Ángel (3)

1 [Bachillerato General, Escuela de Nivel Medio Superior Centro Histórico León, Universidad de Guanajuato] |  
[dan.arellanolara@hotmail.com]

2 [Colegio de Nivel Medio Superior, Escuela de Nivel Medio Superior Centro Histórico León, Universidad de Guanajuato]  
| [diegonicasio@gmail.com]

3 [Colegio de Nivel Medio Superior, Escuela de Nivel Medio Superior Centro Histórico León, Universidad de Guanajuato]  
| [ing\_miguelruiztorres@live.com.mx]

## Resumen

El presente trabajo se centra en la síntesis físico-química de carbón activado a partir cascara de naranja seca. La fabricación de carbón activado se realiza en 2 etapas: Carbonización y Activación. La carbonización consiste en la pirolisis del material orgánico que causa la descomposición de las moléculas y así un desprendimiento de un líquido y un gas que contiene agua hidrocarburos, hidrogeno, dióxido de carbono y muchas sustancias orgánicas, mientras que en la activación se producen dos etapas: Activación química y física; En la activación química aplica  $H_2SO_4$  para influir en el proceso de la pirolisis. La activación física se permite la reacción del carbón inactivo con sustancias adecuadas. Después de activar el carbón, se utiliza para filtrar el agua residual, el carbón atrapa moléculas orgánicas mediante la adsorción en donde las partículas sucias se adhieren a los gránulos de carbón. El producto se suele añadir al agua a tratar, y pasado un tiempo de contacto con agitación remueve el color, algunas bacterias y metales.

## Abstract

The present work focuses on the physicochemical synthesis of activated carbon from dry orange peel. The production of activated carbon is carried out in 2 stages: Carbonization and Activation. Carbonization consists of the pyrolysis of the organic material that causes the decomposition of the molecules and thus a detachment of a liquid and a gas that contains water hydrocarbons, hydrogen, carbon dioxide and many organic substances, while the activation is produced of two Steps: Chemical and physical activation; In chemical activation  $H_2SO_4$  is applied to influence the pyrolysis process; The physical activation allows the reaction of the inactive carbon with the suitable substances. After activating the coal, it is used to filter the waste water; the carbon traps the organic molecules through the adsorption where the particles adhere to the carbon granules. The product has been added to the water, and after the time of contact with stirring removes the color, some bacteria and metals.

## Palabras Clave

Activación química; Naranja; Residuos.

## INTRODUCCIÓN

### Agua residual

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas. [1]

### Procesos de tratamiento de agua residual

Mediante los procesos de tratamiento se remueven o estabilizan los contaminantes básicos presentes en las aguas residuales. Se pueden dividir en cuatro etapas: Pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario. [2]

El pretratamiento consiste en medir y regular el caudal de agua que ingresa a la planta, de extraer los sólidos flotantes grandes y la arena. [3]

El tratamiento primario tiene como objetivo eliminar los sólidos en suspensión por medio de un proceso de sedimentación simple por gravedad o asistida por coagulantes y floculantes con el objeto de precipitar el fósforo, los sólidos en suspensión muy finos o aquellos en estado de coloide. [2]

El tratamiento secundario tiene como objetivo eliminar la materia orgánica en disolución y en estado coloidal mediante un proceso de oxidación de naturaleza biológica seguido de sedimentación. [2]

El tratamiento terciario tiene como objetivo suprimir algunos contaminantes específicos presentes en el agua residual tales como los fosfatos que provienen del uso de detergentes domésticos e industriales y cuya descarga en curso de agua favorece la eutrofización y mata la fauna existente en la zona. [2]

La Comisión Nacional del Agua llevará a cabo la determinación de sólidos sedimentables en aguas, determinación de grasas y aceites, determinación de materia flotante, determinación de la temperatura, determinación de pH, determinación de nitrógeno total, determinación de demanda bioquímica de oxígeno, determinación de fósforo

total, determinación de sólidos en agua, determinación del número más probable de coliformes totales y fecales determinación de arsénico en agua, determinación de metales, determinación de plomo, determinación de cianuros, determinación de cadmio, determinación de mercurio, determinación de cobre, determinación de zinc y determinación de nitratos, determinación de nitrógeno de nitritos con objeto de verificar el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos para los parámetros señalados en la presente Norma Oficial Mexicana. [1]

La demanda química de oxígeno (DQO) determina la cantidad de oxígeno requerido para oxidar la materia orgánica en una muestra de agua residual, bajo condiciones específicas de agente oxidante, temperatura y tiempo [3]. Aunque no es un parámetro normado, éste se relaciona directamente con la cantidad de contaminantes asociados al carbono.

### Carbón activado

El carbón activado es el adsorbente más versátil y comúnmente usado debido a su alta área superficial y volumen de poro, alta capacidad de adsorción, con cinética rápida, y relativamente fácil regeneración. [4]

Los carbones activados son utilizados generalmente en procesos de descontaminación de aguas, recuperación de solventes, control de emisiones, decoloración de líquidos, eliminación de olores, soportes catalíticos, determinación de metales, determinación de nitratos, determinación de nitrógeno de nitritos, entre otros procesos mencionados en la NOM 001. [1]

Para la producción de carbón activado se debe partir de una materia prima con propiedades bien definidas tales como abundancia, dureza, estructura inherente de poros, alto contenido de carbono, bajo contenido de ceniza y alto rendimiento en masa durante el proceso de carbonización. Se ha demostrado que materias primas como la madera, el carbón, lignito, endocarpios y huesos de algunas frutas como el coco y las olivas, presentan buenas propiedades para la activación. [5]

Los compuestos orgánicos se derivan del metabolismo de los seres vivos y su estructura básica consiste en cadenas de átomos de carbono e hidrogeno. Entre ellos se encuentran todos los derivados del mundo vegetal y animal, incluyendo el petróleo y los compuestos que se obtienen de él. A la propiedad que tiene un sólido de adherir a sus paredes una molécula que fluye se le llama “adsorción”. Al sólido se le llama “adsorbente” y a la molécula, “adsorbato”. [5]

Cualquier partícula de carbón tiene la capacidad de adsorber. Activar un carbón consiste en hacerlo poroso para ampliar su capacidad de adsorción entre 12 y 16 veces. [5]

Los átomos de carbono que forman un sólido al que llamamos “carbón”, se ligan entre sí mediante uniones de tipo covalente. Cada átomo comparte un electrón con otros cuatro átomos de carbono (hay que recordar que, en las uniones iónicas, el átomo más electronegativo le roba uno o más electrones al otro). Los átomos que no están en la superficie, distribuyen sus cuatro uniones en todas las direcciones. Pero los átomos superficiales, aunque están ligados con otros cuatro, se ven obligados a hacerlo en menor espacio, y queda en ellos un desequilibrio de fuerzas. Ese desequilibrio es el que los lleva a atrapar una molécula del fluido que rodea al carbón. [4]

La fuerza con la que el átomo superficial de carbono atrapa a la otra, se llama “Fuerza de London”, que es uno de los siete tipos de “fuerzas de Van der Waals”. Se considera una unión fisicoquímica, suficientemente fuerte para retener al adsorbato, pero no tan fuerte como para considerarla una unión química irreversible que forma una nueva estructura molecular. [4]

### Problemática y Justificación

En León se consume jugo de naranja en gran cantidad. Se realizó una inspección de campo en la cual se encuestó a 10 puestos de jugos en la zona de Centro Histórico. Los resultados arrojaron que diariamente se compran 485 kg de naranja, lo cuales producen 210.16 litros de jugo y 274.84kg de gabazo y cascara.

La presente investigación surge de la necesidad de reducir el impacto ambiental que genera un tipo de comercio, obteniendo un producto a partir de

sus residuos. El carbón activado podrá que ayudar a mejorar la calidad del agua residual en su etapa de tratamiento terciario. La ciudad de León Guanajuato es adecuada para realizarlo por proveer gran cantidad de residuo, el cual puede transformarse en un producto útil para darle tratamiento a sus aguas residuales industriales.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se recolectó una muestra de 3 kilos de naranja, de los cuales obtuvieron 1.3 L de jugo y el resto de gabazo y cascara. Se le quitó el gabazo, se lavó a fondo con agua de grifo para eliminar impurezas y se dejó secar a 110° C durante 24 horas para alcanzar un contenido de húmeda de 5-10%, se depositó en un recipiente de cerámica tapado, se sometió a carbonización en un horno a 500°C en atmosfera CO<sub>2</sub> durante 1 hora, se dejó enfriar y se dejó con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> [4M] al 20% durante 24 horas. Al finalizar el lapso de tiempo se lavó 4 veces con H<sub>2</sub>O y se secó a 110° C por 1 hora.



IMAGEN 1: Carbón tratado a 500° con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Para activar el carbón se llevó a la mufla por un tiempo de 1 hora a una temperatura de 400° C, el producto obtenido se dejó enfriar para luego ser lavado con H<sub>2</sub>O y posteriormente pulverizado.



IMAGEN 2: Carbón activo sin pulverizar y pulverizado.

Para comprobar la eficacia removiendo el color del agua se hicieron pruebas con carbón completo y carbón molido. Se vieron mejores resultados con el carbón molido así que se pasó a hacer pruebas variando el tiempo de contacto, cambiando la concentración del carbón (1/50, 1/100, 1/200, 1/400), añadiendo solución de NaOH 0.1M, NaOH 1M o HCL 0.1 N y modificando el pH del colorante.



**IMAGEN3: Muestras de AR con distinto p H.**

Para finalizar se estudió el comportamiento de la remoción de colorante en un tiempo de 15 minutos, en donde el colorante tuvo un pH de 2.8. Proporción 1/100

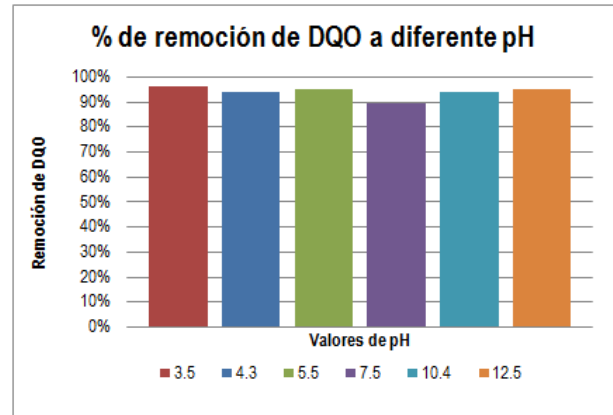
La eficiencia del Carbón Activado se evaluó con base la remoción de DQO, la cual fue medida utilizando el método 8000 de la marca HACH y un espectrofotómetro Hach modelo DR 5000. La remoción de cada experimento se calculó siguiendo la siguiente ecuación:

$$\text{Eficiencia (\%)} = \frac{(\text{Entrada} - \text{Salida})}{\text{Entrada}} * 100$$

Se seleccionaron las muestras del experimento que presentó una menor coloración y se midió la DQO.

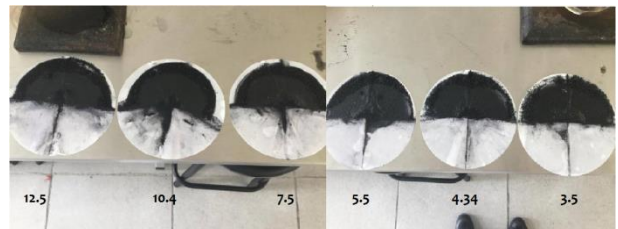
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de la demanda química de oxígeno modificando el pH del agua residual se muestran en la Grafica 1.



**GRAFICO 1: Relación entre remoción de DQO con AR de distinto pH.**

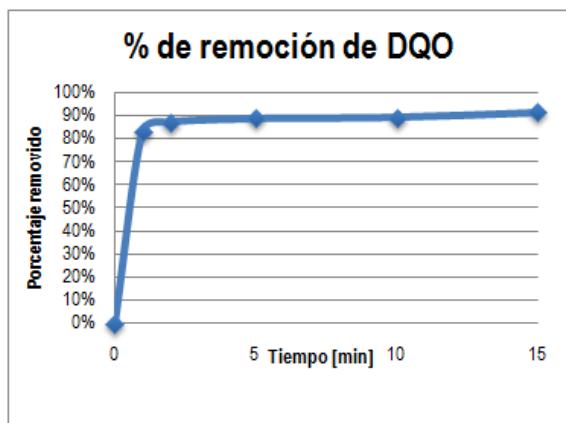
Como se puede observar la remoción de DQO es mayor cuando el pH está más básico o más ácido ya que cuando es neutro el porcentaje disminuye considerablemente. Esto también se puede observar en los filtros ya que a un pH más básico o ácido el colorante se queda más en el carbón y no en el filtro.



**IMAGEN 4: Filtros de colorante depurado con distinto p H.**

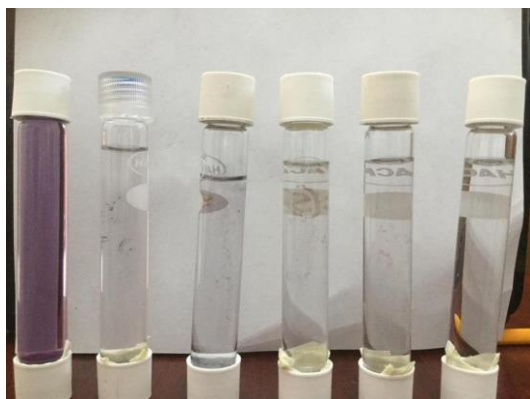
El diagrama 2 muestra la demanda química de oxígeno en el estudio de tiempo de 15 minutos con un pH 2.8 proporción 1/100.





**DIAGRAMA 2:** Remoción de DQO en el estudio de 15 minutos.

Se puede observar que la remoción de DQO es igual durante el tiempo de contacto, lo que significa que se puede realizar con proporción 1/150 y con tiempo de 1 minuto con buena eficacia ya que el tiempo no es un factor que modifique la remoción de DQO, lo que también se demuestra en la remoción del color ya que a simple vista todas las muestras son del mismo color como se muestra en la imagen 5.



**IMAGEN 5:** Muestras de AR al minuto 1, 2, 5, 10, 15.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados de obtenidos podemos afirmar que la cascara de naranja es buena materia prima en León Guanajuato ya que diario se generan cientos de kilogramos de desperdicio de esta.

Es viable hacer un tratamiento de aguas residuales con pH ácido utilizando carbón activado mediante la pirolisis de cáscara de naranja y

activación química por impregnación con soluciones de ácido sulfúrico obteniendo un rendimiento máximo del 22.32 %.

A la vez los resultados que arrojó el estudio de remoción de DQO son favorables para reutilizar el agua tratada mediante este método.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres Martha Lara y Jaime Arellano por apoyarme e impulsarme a hacer este verano de investigación, por darme los recursos suficientes para mi estancia y por creer en mí.

A la directora Ma. Eugenia Ibarra por brindarme su apoyo en las diversas situaciones presentadas a lo largo de este tiempo.

A la ENMSCHL de la Universidad de Guanajuato por abrirme sus puertas por última vez de participar en un proyecto de investigación científica y por facilitarme sus instalaciones.

## REFERENCIAS

- [1] DOF NOM-001-SSA1-1994. Recuperado el 12 de julio de 2017, de <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/001ssa14.html>
- [2] DOF TRA. Recuperado el 17 de julio del 2017, de [www.elai.upm.es/webantigua/spain/Asignaturas/AutomatizacionMaster/TAR.doc](http://www.elai.upm.es/webantigua/spain/Asignaturas/AutomatizacionMaster/TAR.doc)
- [3] DOF TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y DOMESTICAS. Recuperado el 17 de julio del 2017, de [http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34782383/TRATAMIENTO\\_DE\\_AGUAS\\_RESIDUALES\\_DOMESTICAS\\_E\\_INDUSTRIALES.pdf](http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/34782383/TRATAMIENTO_DE_AGUAS_RESIDUALES_DOMESTICAS_E_INDUSTRIALES.pdf)
- [4] Peña H., Giraldo, L., Moreno, J. (2012). Preparación de carbón activo a partir de cáscara de naranja por activación química. Caracterización física y química. Revista Colombiana de Química, 41(2), 311-323.
- [5] Bastidas, M., Buelvas, L., Márquez, M., Rodríguez, K. (2009) Producción de Carbón Activado a partir de Precursores Carbonosos del Departamento del Cesar, Colombia, Universidad Popular del Cesar, Centro de investigación y desarrollo tecnológico del carbón, 21(3), 87-96.