

Obtención de carbón activado a partir de cascarilla de cacahuete (*Arachis hypogaea* L.)

Mayra Sánchez, Ariadna Bravo y Miriam Soriano

M. Sánchez, A. Bravo y M. Soriano

Programa Educativo de Procesos Alimentarios; Universidad Tecnológica de Izúcar de Matamoros. Prolongación Reforma 168, Barrio Santiago Mihuacan, Izúcar de Matamoros, Puebla, 74420, México
mayra2983@yahoo.com.mx

M. Ramos., V.Aguilera., (eds.) .Ciencias de la Ingeniería y Tecnología, Handbook -©ECORFAN- Valle de Santiago, Guanajuato, 2014.

Abstract

The peanut processing generates large quantities of solid waste. These residues represent a serious environmental problem and do not have a proper mechanism for disposal. In this work, activated carbons from peanut hulls peanut hulls as precursor. Las were obtained with peanut producer group called "Peanut Producers Integrated in the South region of Puebla", same as they were preserved so far prepared use. The method is divided into two stages: preparation of the activated carbon and determination of specific surface, pore diameter and volume of the samples obtained, the chemical activation using KOH was used (10 and 20%) and H₃PO₄ (50 and 85%) carbonization temperature 400 and 700 ° C. The highest yield was obtained H₃PO₄50 sample CA-700 24.868% and a higher surface area of 1968.45 m² / g, a pore volume of 2.10 cm³ a pore diameter of 17.68 Å. Therefore, peanut hulls is a material that meets the necessary properties to produce activated carbons.

2 Introducción

El cacahuete (*Arachis hypogaea* L.) es una planta originaria de las regiones cálidas de América, Brasil, Las Antillas y México, se cultiva en climas tropicales y subtropicales de Asia, Australia, África y América (SAGARPA, 2002). China e India juntos son el líder mundial de productores de cacahuete y representan casi el 60 por ciento de la producción y el 52 por ciento de la superficie cultivada. Sudáfrica es el principal productor de África, mientras que en América Latina casi la mitad del total del cacahuete producido en esa región puede ser acreditado a Argentina.

La Mixteca poblana se ubica como un importante productor de cacahuete, esto debido a que el estado de Puebla es el cuarto productor de cacahuete a nivel nacional, pues aporta el 9.3 % del total, el liderazgo lo tiene Sinaloa con 24.7%, seguido por Chihuahua 24.1%, Chiapas 10.7% y Oaxaca 9.2%. A nivel nacional la producción de cacahuete para el año 2012 fue de 114 846.05 toneladas, en el estado de Puebla y en el Distrito de Izúcar de Matamoros se obtuvieron producciones de 7813.90 toneladas y 4782 toneladas respectivamente (SIAP, 2014).

Cerca de 400 productores de cacahuete de 31 municipios pertenecen a la Mixteca poblana, en los cuales el cacahuete, producto de consumo mundial, concentra su producción en la región de Izúcar de Matamoros, en los municipios de Acatlán de Osorio, Tehuitzingo, Chiautla de Tapia, Chietla, Huaquechula, Tepexco y Ahuatlán (Financiera rural, 2011).

En México el 12% de la producción de cacahuete se destina a la elaboración de aceite y otros productos industrializados como: tintas, lápices labiales, colores, productos farmacéuticos, lubricantes especiales y jabones; el 88% restante de la producción se utiliza para consumo directo después de tostado y también en forma de palanqueta, garapiñado, dulces y botanas, ya sea salados o enchilados y en forma de subproductos como aceite, mayonesa, mantequilla pasteles y galletas. (SAGARPA, 2002). La recolección se realiza con la vaina, y ésta es separada en las plantas seleccionadoras, allí se concentran importantes cantidades de cáscara relacionadas a la producción estacional. La cantidad promedio de cada componente del cacahuete suele variar entre: Tierra : 2 %, Palo: 1 %, Grano: 72 - 68 % y Cáscara: 25 - 30 %.

El principal uso de la cáscara, es como combustible de calderas. Se emplean quemadores especiales para reducir la cantidad de humo y cenizas que genera la combustión. Se emplea también como alimento de ganado particularmente porcino, indigesto y sin valor proteico; como camada de aves de corral; como medio para cultivo de hongos, vehículo para pesticidas y fertilizantes; y algunos usos similares a la viruta de madera, tales como protección de plantas.

Sin embargo, con semejantes cantidades de desperdicios, la aplicación de los desechos del descascarado de cacahuete sólo tiene aplicación parcial. Las cáscaras son difícilmente degradables en su exposición al exterior, debido al alto contenido de lignina; bajo contenido de nitrógeno, y existencia en tan grandes volúmenes. Estas condiciones ofrecen pocas posibilidades para actuar como abono o mejoradores de suelos. (Arguello et al., 2005).

El carbón activado es preparado artificialmente mediante un proceso de carbonización para que tenga un elevado grado de porosidad y una alta superficie en la cual ocurre la adsorción o fijación de gases, vapores o solutos. Las materias primas utilizadas para los carbones activados deben de tener un contenido alto en carbono, como lo suelen presentar algunos materiales orgánicos como madera, huesos, cáscaras de semillas de frutos entre otros. El carbón activado tiene propiedades como estabilidad térmica, resistencia al ataque ácido, carácter hidrófobo (repelente al agua), bajo costo relativo y una estructura porosa por lo que suele ser un material de un alto interés que constituye excelente adsorbente. (Luna et al., 2007)

2.1 Materiales y métodos

Las cascarillas de cacahuete fueron obtenidas con el grupo de productores de cacahuete denominado “Productores Integrados de cacahuete de la región Sur de Puebla”, mismas que fueron conservadas hasta el momento de su uso. La metodología se dividió en dos etapas:

Etapa 1. Preparación del carbón activado. La obtención del carbón activado a partir de cascarilla de cacahuete, se efectuó utilizando el método de activación química mediante el empleo de dos agentes activantes (H_3PO_4 y KOH). La cascarilla se molió y tamizó hasta un tamaño de partícula de 1.8-2.0 mm. Se alimentaron 100 gr de precursor y se impregnaron con 250 mL de solución de H_3PO_4 al 50 y 85% P/V durante 15 horas a temperatura ambiente y agitación constante utilizando un agitador magnético de 0.70 cm de diámetro y 2.5 pulgadas de longitud. Se secaron las muestras en una estufa a una temperatura de $100^\circ C$ por 3 horas para eliminar el exceso del agente activante y posteriormente se realizó la carbonización de cada una de las muestras en una mufla a temperatura de $400^\circ C$ y $700^\circ C$. Después las muestras activadas con H_3PO_4 se lavaron con agua destilada a $80^\circ C$ y una solución de $NaOH$ al 1N hasta obtener un pH entre 6 y 7. Para el segundo tratamiento se realizó el mismo procedimiento, ahora utilizando como agente activante soluciones al 10 y 20% P/V de KOH y las muestras se lavaron solo con agua destilada a la misma temperatura, con el objetivo de regular el pH. Finalmente los carbones activados se secaron a $70^\circ C$ durante 3 horas.

Etapa 2. Determinación de superficie específica, diámetro de poro y volumen de las muestras obtenidas. Los carbones activados obtenidos fueron caracterizados determinando el área superficial BET, el volumen y distribución de poros.

Las propiedades texturales de los carbones activados se determinaron mediante isotermas de adsorción de N_2 a 77 K. Los carbones fueron desgasificados por 5 horas a una temperatura de $300^\circ C$ y las principales propiedades texturales (superficie específica, el volumen total de poro, diámetro de poro y distribución del tamaño de poro), se determinaron a partir de los datos experimentales de esas isotermas. Estas características fueron medidas en un sistema volumétrico al alto vacío, construido totalmente de vidrio Pyrex y equipado con válvulas de teflón libres de grasa, las cuales regulan el flujo de los gases y/o separan las diferentes secciones del sistema.

2.2 Resultados y discusión

Condiciones y parámetros para la activación del carbón

Los rendimientos de los carbones obtenidos de acuerdo al tipo de tratamiento se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2 Rendimiento de carbón activado a partir de 100 gr de cascarilla de cacahuete, tratadas con KOH y H₃PO₄

Clave muestra	Agente activante	Concentración	Temperatura carbonización (°C)	Rendimiento%
CAKOH10-400	KOH	10%	400°C	14.852
CAKOH20-400	KOH	20%	400°C	11.438
CAKOH10-700	KOH	10%	700°C	2.341
CAKOH20-700	KOH	20%	700°C	2.287
CA H ₃ PO ₄ 50-400	H ₃ PO ₄	50%	400°C	21.101
CA H ₃ PO ₄ 85-400	H ₃ PO ₄	85%	400°C	17.889
CA H ₃ PO ₄ 50-700	H ₃ PO ₄	50%	700°C	24.868
CA H ₃ PO ₄ 85-700	H ₃ PO ₄	85%	700°C	13.524

En las muestras activadas con KOH se observa que al aumentar la temperatura de activación se reduce el rendimiento del carbón activado, esto podría ser debido a que al aumentar la temperatura hay una mayor liberación de partículas volátiles, resultando una disminución en el rendimiento del carbón (Chang A y Ting Y.,2009).

Se observa que la muestra CA H₃PO₄50-700 presenta el mayor rendimiento con respecto a las demás muestras. Por lo que los rendimientos no varían solo por la temperatura, sino también por la concentración del agente activante. Estos coinciden con los obtenidos por Delgadillo y SunKou, (2009) al utilizar estos agentes, ya que el mayor rendimiento se obtuvo con H₃PO₄, y con KOH fueron menores.

Por lo tanto, se verifica que el rendimiento es afectado por las características de la materia prima y las condiciones de activación, como la temperatura, la relación de impregnación y tamaño de partícula afectan la cantidad de carbón obtenida (Salman y Abid, 2013).

Características texturales del carbón activado

En la tabla se muestran los resultados de los valores de las áreas superficiales BET , el volumen y el diámetro del poro determinados para cada una de las muestras activadas químicamente (KOH y H₃PO₄).

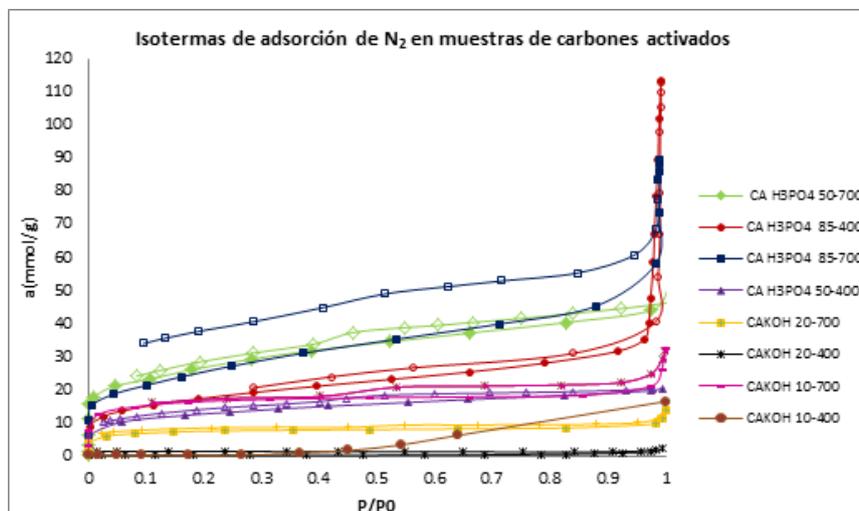
Tabla 2.1 Superficie específica, diámetro de poro y volumen de poro de las muestras de carbón obtenidas

Muestra	Superficie específica (m ² /g)	Vp (cm ³ /g)	Diámetro de poro (Å)
CA H ₃ PO ₄ 50-400	952.7796838	1.15	13.58
CA H ₃ PO ₄ 50-700	1968.451269	2.10	17.68
CA H ₃ PO ₄ 85-400	1285.212858	3.78	30.69
CA H ₃ PO ₄ 85-700	1937.627156	3.22	18.15
CA KOH 10-400	16.62781983	---	---
CA KOH10-700	1180.5953	0.88	21.1
CA KOH20-400	9.68237817	---	---
CA KOH20-700	517.2131746	0.445	13.7

Se puede observar que para las muestras CAKOH 10-400 y CAKOH 20-400 no se calculó el volumen y el diámetro de poro debido a que al determinar las superficies específicas, éstas no coinciden con las requeridas para un carbón activado. Por lo que se concluye que el proceso de activación no se realizó adecuadamente. De las muestras la que reportó una mayor área superficial fue CAH₃PO₄ 50-700 con 1968.45 m²/g, un volumen de poro de 2.10 cm³/g y un diámetro de poro de 17.68 Å.

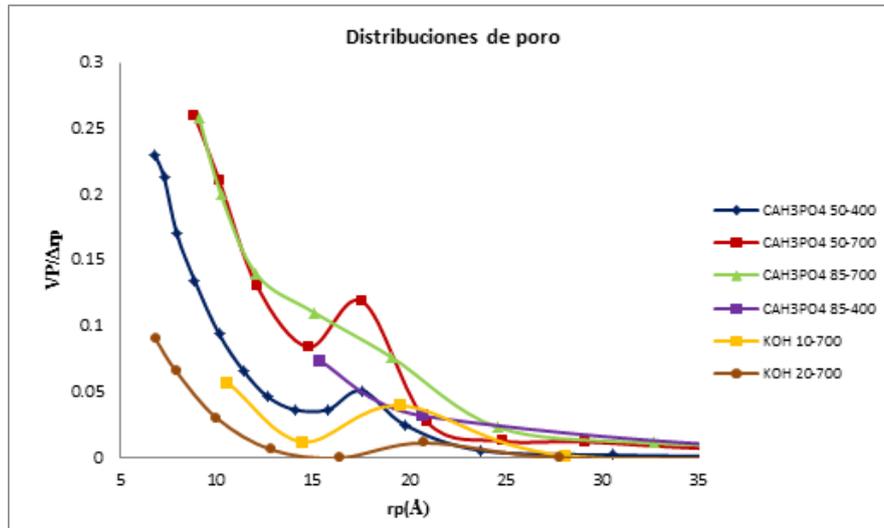
En las Figuras se observan las isotermas con nitrógeno y la distribución de poros de las muestras obtenidas. En las isotermas de adsorción con N₂ a 77 K presentadas en la Figura 1, se observa que la mayoría de los carbones forman el codo de las isotermas de adsorción tipo I o Langmiur a presiones relativas cercanas a 0.1, este tipo de isotermas es característica de sólidos microporosos, muy comunes en carbones activados, en donde el llenado de los poros se da en una sola capa o monocapa; para este tipo de isoterma, cada sólido puede albergar una sola molécula (molécula de N₂), teniendo los poros igual actividad para la adsorción (Bandosz, 2006). La mayoría de las muestras activadas con H₃PO₄ son de tipo 4, característico de materiales micro-mesoporosos. Esos resultados coinciden con los esperados para materiales lignocelulósicos. Se observa, en general, que el área superficial (A_{BET}) y el volumen de microporos se incrementa con la temperatura de activación en ambas series, coincidente con la literatura (Delgadillo y Sun, 2009).

Grafico 2 Isotermas de adsorción de N₂ a 77 K de los carbones activados



La distribución del tamaño de poro de los carbones activados con KOH y H₃PO₄ fueron determinados por el método Barrer, Joyner y Halenda (BJH). La figura 2 muestra la distribución de los poros de los carbones activados estudiados en un intervalo de 13 a 30 Å indicando la presencia de microporos y mesoporos. En el carbón CAH3PO4 85-700, se observa una presencia de microporos cercano al tamaño de la molécula de N₂ (3.54 Å)(S. Lowel y col., 1984) lo cual explica el lazo de histéresis abierto que presenta la isoterma.

Grafico 2.1 Distribución de poros en las muestras de carbón activado



2.3 Conclusiones

Se logró la obtención del carbón activado mediante la activación química, utilizando dos tipos de agentes activante KOH y H₃PO₄. Las mejores condiciones de activación se obtuvieron con el agente activante H₃PO₄ al 50% a una temperatura de carbonización de 700°C. En general las muestra CA H3PO4 50-700 presenta superficies específicas alta y es microporosa además presenta el mayor rendimiento con un 24.868%, por lo tanto la cascarilla de cacahuete es un material que reúnen las propiedades necesarias para producir carbones activados debido a que desarrolló un área superficial que sobrepasa los 1000 m²/g, convirtiéndose esto en una buena alternativa para proporcionarle valor agregado a residuos industriales, beneficiando a la agroindustria en el manejo ambiental de desechos.

Agradecimientos

El trabajo fue realizado con fondos del proyecto “Capacitación y desarrollo del cultivo de cacahuete” asignados a través del programa de Desarrollo de capacidades, innovación tecnológica y extensionismo rural, en su componente desarrollo de capacidades y extensionismo rural de SDR a través de FOFAEP. Al Laboratorio de Adsorción y Catálisis de Ciencias Químicas de la BUAP por las facilidades otorgadas para realizar este trabajo

Referencias

Arguello, R., Gatani, M. y Berretta, H. (2005). Componentes constructivos elaborados con cáscara de cacahuete (maní) y cemento. Primeros estudios sobre las incompatibilidades físico - químicas en el fraguado del material. Consultado en http://www.ave.org.ar/cascara_de_mani.pdf el 05 de febrero de 2014.

Bandosz, T. (2006). Activated Carbon Surfaces in Environmental Remediation. *Interface science and technology*, 7, 107-153.

Delgadillo, G., SunKou, M. R. (2009). Adsorción de fenol con carbones activados preparados a partir de pepas de níspero de palo por activación química. *RevSocQuím Perú*, 75, 64-75.

Financiera rural.(2011). Monografía del cacahuete. Consultado en http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/Monografias/Monograf%C3%ADa%20Cacahuete_Junio-2011.pdf el 05 de febrero de 2014.

Ki-Joong, K., Chan-Soon, K., Young-Jae, Y., Min-Chul, C., Myung-Wu, W., Woon-Jo, J., Nam-Cook, P., Ho-Geun, A. . (2006). Adsorption-desorption characteristics of VOCs over impregnated activated carbons.. *Catalysis Today*, 111, 223-228.

Luna, D., González, A., Gordon, M., Martín, N. (2007). Obtención de carbón activado a partir de cáscara de cacahuete. *ContactoS*, 64, 39-48.

Namazi, A.,Jia, C., Allen, D. (2010). Production and characterization of lignocellulosic biomass-derived activated carbon. *Water Science & Technology*, 62.11, 2637-2646.

SAGARPA 2002. Folleto técnico No. 18. Producción del cultivo de cacahuete (*ArachishypogaeaL.*) en el estado de Morelos. Consultado en <http://producirmejor.net/Libros/cacahuete/Cacahuete.pdf>. el 05 de febrero de 2014.

Salman, J.,Abid, F. (2013). Preparation of mesoporous activated carbon from palm-date pits: optimization study on removal of bentazon, carbofuran, and 2,4-D using response surface methodology. *Water Science &Technology*, 68.7, 1503-1511.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2011). Producción agropecuaria anual. Disponible en <http://www.siap.gob.mx/agricultura-produccion-anual/>, consultado el 25 de abril de 2014.