



Título del artículo.

Caracterización de olote tratado para obtener sus potencialidades de un carbón activado y emplearlo en invernaderos de Tehuacán, Puebla, México.

Título del artículo en idioma Inglés.

Characterization of treated corncob in order to observe their potential as an activated carbon and using it in greenhouses at Tehuacán, Puebla, México.

Autores.

José Luis Martínez Suárez
Persi Shacht Hernández
Abraham Pérez Delgado

Referencia bibliográfica:

MLA

Martínez Suárez, José Luis, Persi Shacht Hernández, Abraham Pérez Delgado. “Caracterización de olote tratado para obtener sus potencialidades de un carbón activado y emplearlo en invernaderos de Tehuacán, Puebla, México”. *Tlamati* 5.3 (2014): 39-44. Print

APA

Martínez-Suárez, J. L., Shacht-Hernández, P. y Pérez-Delgado, A. (2014). Caracterización de olote tratado para obtener sus potencialidades de un carbón activado y emplearlo en invernaderos de Tehuacán, Puebla, México. *Tlamati*, 5(3), 39-44.

ISSN: 2007-2066.

Publicado el 29 de Noviembre del 2014

© 2014 Universidad Autónoma de Guerrero

Dirección General de Posgrado e Investigación

Dirección de Investigación

TLAMATI, es una publicación trimestral de la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma de Guerrero. El contenido de los artículos es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja de manera alguna el punto de vista de la Dirección de Investigación de la UAG. Se autoriza la reproducción total o parcial de los artículos previa cita de nuestra publicación.



Caracterización de olote tratado para obtener sus potencialidades de un carbón activado y emplearlo en invernaderos de Tehuacán, Puebla, México

José Luis Martínez Suárez¹

Persi Shacht Hernández²

Abraham Pérez Delgado¹

¹Universidad Tecnológica de Tehuacán, Prolongación 1 sur No. 1101 San Pablo Tepetzingo, Tehuacán Puebla. C.P. 75859. Tel. +52 (238)3803100.

²Instituto Mexicano del Petróleo, Av. Cien Metros No. 152 Delegación Gustavo A. Madero, Ciudad de México.

**Autor de correspondencia*

luis.martinez@uttehuacan.edu.mx

Resumen

El municipio de Tehuacán ubicado en el estado de Puebla, México cuenta con una economía que se basa principalmente en la agricultura en la cual parte de estos procesos son realizados en invernaderos. Por otro lado el agua de riego de la junta auxiliar San Pablo Tepetzingo perteneciente a dicho municipio presenta metales pesados según estudios de la Benemérita Universidad de Puebla y la Universidad Tecnológica de Tehuacán.

Tehuacán es conocida como la cuna del maíz. En dicho municipio se produce en su mayoría agrícola el maíz en la que al subproducto (olote) no se le da un valor agregado y puesto que este tiene propiedades lignocelulósicas (característica propia de materiales precursores del carbón activado) se estudió la posibilidad de emplear este subproducto como material adsorbente y en un futuro emplearlo para el agua de riego de Tehuacán. Para ello se modificó el material para que tuviera propiedades adsorbentes. Se logró obtener un material modificado por medio de un tratamiento térmico y corroborar la temperatura por medio de un análisis térmico diferencial. A este material se le realizó la caracterización física (área superficial, volumen total, diámetro de poro) y observar la estructura transformada. Con base a los resultados se concluyó que este subproducto agrícola es un potencial adsorbente. Cabe mencionar que a partir de estos estudios se procederá a realizar en futuras investigaciones los tratamientos adecuados para la transformación del olote en un carbón activado.

Palabras Clave: Olote, invernaderos, termogravimétricos, carbón activado, microscopía electrónica, isoterma.

Abstract

Place of interest is the town of Tehuacan, State of Puebla, México which is mainly sustained on agriculture. Part of these processes are greenhouses. Water from San Pablo Tepetzingos' city council supplies, according to Benemerita Universidad de Puebla and Universidad Tecnologica de Tehuacan contains heavy metals.

Como citar el artículo:

Martínez-Suárez, J. L., Shacht-Hernández, P. y Pérez-Delgado, A. (2014). Caracterización de olote tratado para obtener sus potencialidades de un carbón activado y emplearlo en invernaderos de Tehuacán, Puebla, México. *Tlamati*, 5(3), 39-44

Tehuacan also known as the birthplace of maize (INAH, 2013). The olote is a byproduct of maize whereby has interesting properties as ligno-cellulosic. This feature it is inherent from precursor materials of powdered activated carbon, this is why the material was modified so which have adsorbent properties and to gaining an alternative and interesting byproduct.

The project obtained a modified material heat-treated chromoly, and this data was corroborated through a differential thermal analysis. This material was characterized (surface area, total volume, pore diameter) and the material was observed with a structure transformed. This work was based on results obtained, and concluded that this byproduct agricultural is a potential adsorbent. It should be noted that from now, this study will be studied as a right treatment for transforming olote to activated carbon.

Keywords: Olote, greenhouses, thermogravimetric, activated carbon, electronic microscopy, isotherm

Introducción

El municipio de Tehuacán se ubica a 130 Km del estado de Puebla, una de las principales fuentes económicas de este municipio es la agricultura, de la cual se destinan 10112.4 hectáreas para riego y 4260.2 para temporal. Principalmente para el riego se extrae agua de pozo profundo y la cantidad es de 42.05 miles de metros cúbicos diarios (INEGI, 2009), del total de 257.3 millones de m³/año extraídos de acuíferos el 78% corresponde al área agrícola y un 18% al público urbano. El agua en la junta auxiliar de San Pablo Tepetzingo contiene metales pesados según estudios de la Benemérita Universidad Autónoma y la Universidad Tecnológica de Tehuacán (Puebla noticias, 2013). Aunado a esto en la zona de interés se emplean invernaderos, en la que grandes empresas tratan el agua mediante osmosis inversa, la almacenan y posteriormente se le suministran los nutrientes y fertilizantes como es el caso de Harvest Pride. Lamentablemente en la región no se cuenta con empresas tan grandes por lo que no recurren al tratamiento de aguas y por ende tienen problemas al contaminar el cultivo. Dentro de los tratamientos se encuentran los físico-químicos en el cual se emplean materiales adsorbentes como son el carbón activado, las zeolitas, el gel de sílica, entre otros (Geankopolis, 1998), los cuales pueden

no ser de fácil obtención para pequeñas comunidades, por lo que es importante explorar el potencial potabilizador de un material como el olote de maíz, que es de fácil acceso y que puede tratarse para adquiera propiedades similares a las de los adsorbentes comerciales.

Materiales y métodos

Material a emplear y su obtención.

El material a estudiar como potencial adsorbente fue el olote, el cual es un subproducto de desecho agrícola del maíz blanco criollo (*Zea mays*) que fue adquirido en el Municipio de Tehuacán, el cual está ubicado en la parte Sureste del Estado de Puebla, a una altitud de 1640 msnm (INEGI, 2009), debido a que los agricultores lo utilizan para quemarlo y no tiene un valor agregado.

Tratamiento térmico.

- Carbonizar el material. Por lo que fue necesario conocer la temperatura adecuada del olote de maíz. El carbón obtenido es llamado carbón primario (Luna, 2007). Debido a que la composición del olote es similar a la madera, se tomó como parámetro la temperatura de ignición de esta última la cual es de 300°C (Ritter, 1956). Con base a este parámetro e realizó una metodología propia para obtener el punto de ignición del olote.
- Se determinó el punto de ignición del olote.
- Se seleccionaron olotes poco deteriorados por envejecimiento o degradación biológica.
- Se obtuvo el bagazo por medio del rallado de la superficie del olote.
- Se utilizó una estufa para evaporar la humedad residual del bagazo a 55°C durante 24h para tener peso seco del material antes del tratamiento y pasarlo al desecador durante 30 min.
- Se desarrollaron tratamientos térmicos del bagazo, por medio de un horno eléctrico a 180° (durante una hora), 210 y 245°C (25 min para estos valores), para verificar el grado de modificación obtenido por aplicación de calor. Se tomó la lectura de las tempe-

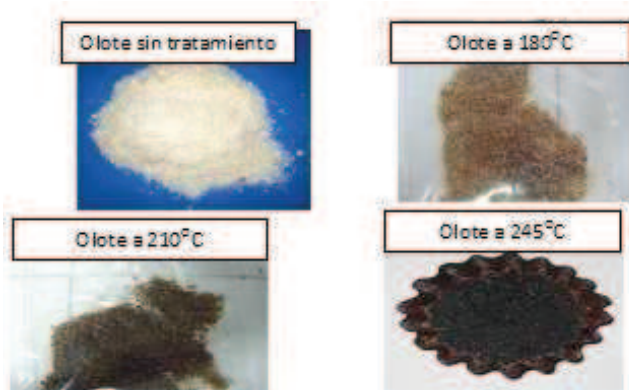


Figura 1. Comparación del olote sin tratamiento, con el tratado a 180°C, a 210°C y a 245°C.

Tabla 1.. Tratamientos térmicos del bagazo

Temperatura °C	Peso inicial en gramos	Peso después de tratamiento en gramos	Porcentaje de material disponible
180	4.251	4.1367	98.016
210	4.2512	3.7687	88.65
245	4.2523	1.6508	38.82

raturas con un control digital y su termopar. Se determinó el peso final después de cada tratamiento térmico para obtener las pérdidas de masa.

- Se almacenó el material obtenido en bolsas herméticas debidamente identificadas.

Análisis térmico diferencial.

Se realizaron estudios DTG (termogravimétricos). La termogravimetría (TG) se basa en la medición de la variación de la masa de una muestra cuando es sometida a un programa de temperatura en una atmósfera controlada. La variación de masa puede de ser pérdida o ganancia (Quiminet, 2010). Los experimentos se realizaron en un Analizador térmico diferencial Perkin Elmer modelo DTA-7; Intervalo de a 1000°C a 10°C/min; Atmósfera: aire extra seco pureza 19.5-23.5% volumen de oxígeno; flujo-20 ml/min, bajo la norma ASTM E-794.

Análisis BET.

A partir de las muestras del tratamiento térmico a 245°C (carbón de olote) se evaluó el área superficial, volumen y diámetro de poro, con ello se logró compararlo con un car-

bón activado comercial. La técnica se basa en la adsorción de un gas inerte a baja temperatura sobre una superficie sólida, y permite evaluar la superficie total de la muestra (González, 2005). Esto fue determinado por medio de la normas ASTM D-3663-03, ASTM D-4222-03, ASTM D-4641-94 (ASTM American Society for Testing and Materials). El equipo empleado fue un analizador de área superficial ASAP-2405, marca Micrometrics, Temperatura de Nitrógeno líquido -196.16°C, calibrado y verificado con estándares vigentes de trazabilidad.

Análisis TEM.

El carbón activado es un adsorbente que presenta un elevado y variado grado de porosidad, una considerable superficie interna y un cierto contenido de grupos químicos superficiales; estas características son las responsables de sus propiedades adsorbentes (Moreno, 2007). Se realizó un análisis cualitativo de la modificación de los material por medio de un análisis por *Transmission Electron Microscopy* (TEM) del carbón tratado térmicamente a 245°C, para conocer la superficie y los poros de la muestra, esta metodología fue realizada por el método convencional del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP). El equipo empleado fue

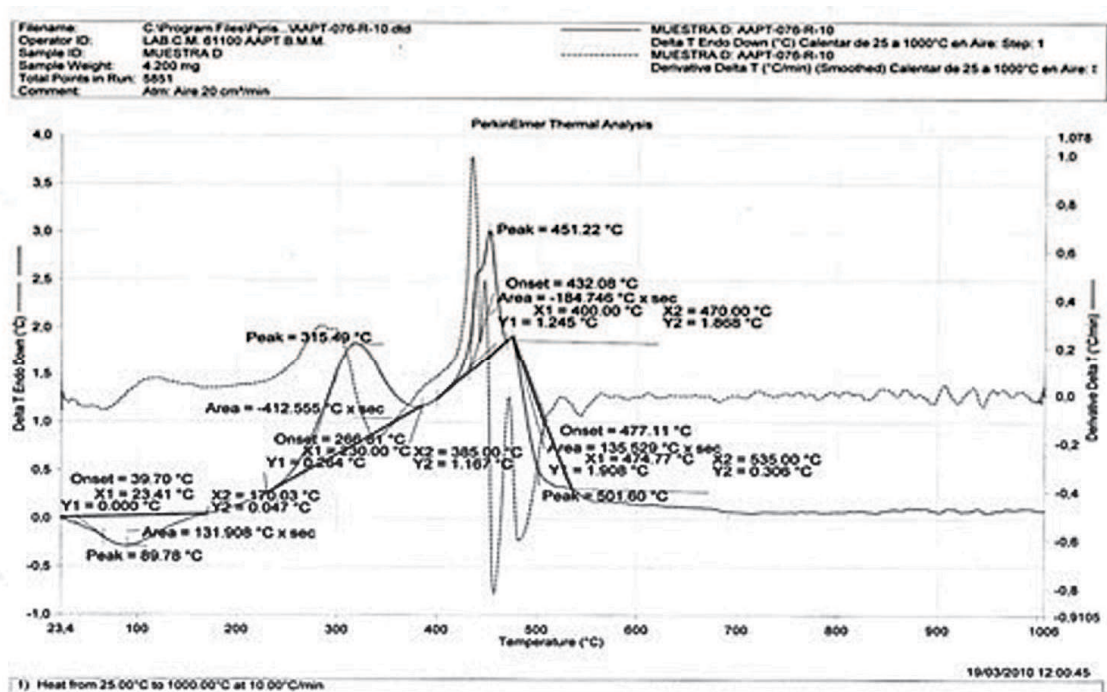


Figura 2. Termograma de olote fresco

Tabla 2. Etapas del olote a intervalos de temperatura

Etapas	Intervalo de temperatura, °C
Secado	20 – 240
Volátiles	240 – 390
Última etapa	Mayor a 390

un microscopio de barrido.

Resultados y discusión

Tratamientos térmicos

En la tabla 1 se muestran los resultados de la aplicación de cada tratamiento térmico a diferentes temperaturas al olote de maíz.

Con base a la tabla 1 se muestran las conclusiones de cada tratamiento térmico

- *Tratamiento a 180°C.* El porcentaje medio de material disponible, es decir el rendimiento de material después de aplicar calentamiento del olote a 180°C, fue de 98.016%. El material cambió en su color, al menos a simple vista, como se muestra en la figura 1.
- *Tratamiento a 210°C.* El rendimiento fue de 88.65%. En este tratamiento el material empezó a cambiar considerablemente (a simple vista), como se muestra en la figura 1.
- *Tratamiento a 245°C.* El rendimiento fue de 38.32%. El material se carbonizó. Se muestra en la Figura 1 la comparación del material sin tratamiento y el tratado a 245°C, en el cual se puede ver que el material obtenido es carbonizado.

Análisis térmico diferencial

Con este análisis se deseaba conocer las etapas que se llevan a cabo antes de la ignición del olote (carbonización), es decir conocer el punto exacto en el que el olote es sometido a una combustión incompleta. Se desarrollaron las pruebas térmicas en horno eléctrico para obtener el carbón tratado térmicamente a 245°C. Para corroborar los datos obtenidos, con respecto a la temperatura adecuada para el tratamiento térmico. Se efectuó, entonces, la determinación del análisis térmico de la muestra de olote sin tratar. Cada etapa en las curvas de termogravimetría (TG) está representada en forma de picos y el área bajo ésta es proporcional a la variación de masa absoluta de la muestra de olote

fresco, encontrándose en cada etapa a que temperatura, el proceso ocurre con mayor velocidad (Meter, 2001). Según los datos obtenidos de la figura 2, se determinaron las características basados en Aendlant, 1987, las cuales se muestran en la tabla 2 y se interpreta:

La primera etapa se cauteriza primero por una zona donde ocurre la evaporación de la humedad libre, existiendo una pérdida apreciable de masa, acorde a la humedad inicial de la muestra y otra zona (170-230 °C) donde se produce la desaparición de la humedad higroscópica que ocurre con mayor dificultad. Estas dos zonas se diferencian por la velocidad de pérdidas de masa y ambas son altamente endotérmicas. Esta etapa la denominamos de secado y se sitúa debajo de la curva (Gonzales, 1985).

La segunda etapa se caracteriza por un aumento grande en la velocidad de pérdida de masa tiene como consecuencia un aumento en la velocidad afectación de los enlaces. Se produce un máximo en la velocidad de pérdida de masa y la curva térmico diferencial se desplaza hacia la zona positiva, por encima de la línea de base, lo que corrobora el carácter exotérmico de los procesos que se llevan a cabo, esta etapa se denomina de salida de volátiles.

La tercera etapa se caracteriza por pequeñas variaciones en la velocidad de pérdida de masa. Todas las reacciones que ocurren son altamente exotérmicas. Esta es la última etapa y se encuentra arriba de la curva, y llegando a 475°C, se convierte en endotérmica quedando únicamente las cenizas.

Con ello se comprobó que la temperatura de 245°C, usada durante los ensayos de obtención de los carbones, está dentro del intervalo adecuado para evitar la ignición total del material lignocelulósico, que era el objetivo perseguido.

Análisis BET

La eficacia del carbón activo en la purificación del agua depende de varios factores que incluyen el área superficial disponible (cantidad de superficie referida al conjunto de los poros del carbón), volumen de poro (suma de los macro, meso y microporos, en un carbón activado, o sea su volumen total) y el tamaño de poro (La correcta distribución del tamaño de poros es necesaria para facilitar el proceso de adsorción, suministrando los sitios de adsorción, los poros finos, y los canales de transporte adecuados para el manejo del adsorbato) (Greenfield, 2000). En la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos comparándose con un carbón activado comercial. El área superficial de los materiales obtenidos indica que la cantidad de superficie, referida al conjunto de los poros del carbón, es hasta 20 veces menor al carbón activado comercial. Del análisis

Tabla 3. Características de los materiales modificados y un carbón comercial.

Muestra	Área Superficial en (m ² /g)	Volumen total de poro (cm ³ /g)	Diámetro promedio de poro (Å)
Carbón de olote	2.5881	0.006769	26.0833
Carbón activado comercial	768	0.4	20.7

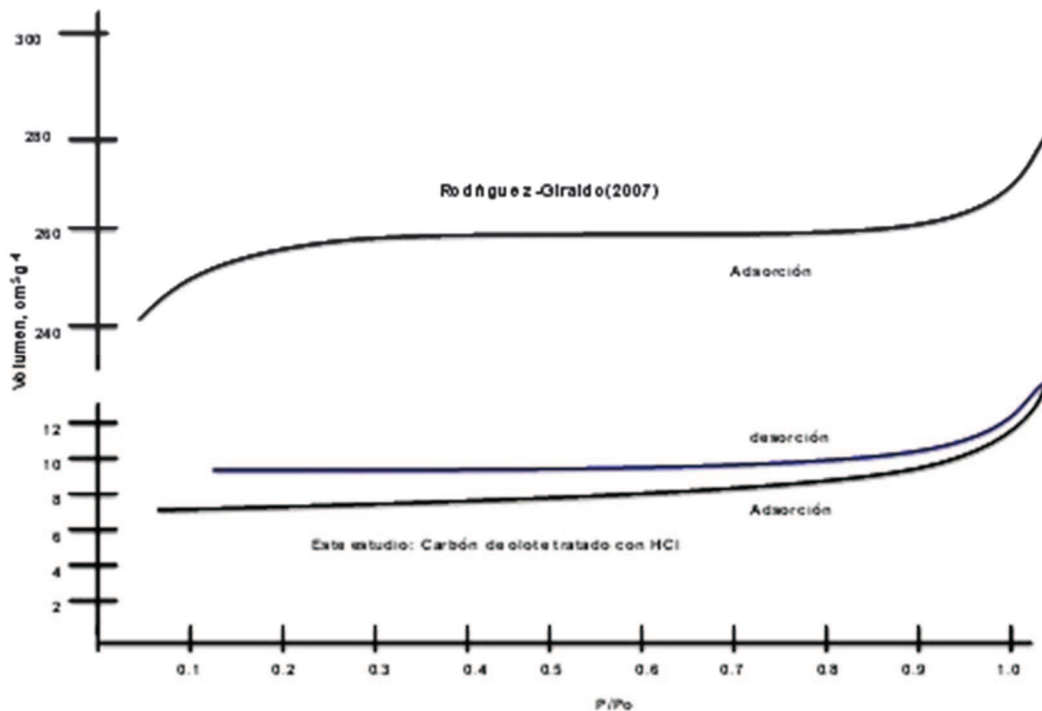


Figura 3. Comparación de las isothermas obtenidas por Rodríguez-Giraldo (2007) por el presente estudio para el carbón de olote

BET se obtuvo una Isotherma de adsorción-desorción de N_2 a $77^\circ K$, en el material obtenido, el cual se muestra en la tabla 4, en la que el olote tratado térmicamente es el más próximo al carbón activado pero el valor obtenido está por debajo en un 95%, lo que indica pocos espacios vacíos en el interior de la partícula. Los valores obtenidos se compararon con los graficados en la isoterma de Rodríguez 2007 para un carbón activado, elaborado a partir de residuos textiles de algodón. Dicha comparación se muestra en la Figura 3 en la que se observa que el volumen por unidad de masa en función de la presión parcial, produce valores muy bajos de relación volumen/masa para el carbón de olote. Con lo que respecta al fenómeno de adsorción-desorción se observó que coincide con el carbón activado comparado. Con ello se logró concluir que el material tiene potencialidad adsorbente, además de que aún le falta activarse.

Tabla 4. Valores obtenidos de la isoterma de N_2 A $77^\circ K$ para el carbón de olote

Presión relativa	Volumen adsorbido g/cm^3
0.06	7.7
0.12	8.2
0.16	8.5
0.84	10.3
0.98	14.1

Análisis TEM

En la figura 4 el olote tratado térmicamente muestra porosidad, sin embargo no tan grande como la de un carbón activado, esto va en función de su área superficial esto se puede mejorar dándole un tratamiento termo-químico para convertirlo en carbón activado.

Discusión y conclusiones

Se obtuvo un carbón a partir de un material no convencional, como el olote de maíz de la región de Tehuacán. Este carbón fue estudiado para ver sus propiedades adsorbentes.

Se logró determinar tanto el tamaño de poro como el área disponible por gramo de adsorbente. Resulta claro que la relación 1:20 en área superficial del carbón obtenido con respecto a los activados comerciales, es enorme, sin embargo con un tratamiento termoquímico se puede activar el material. La caracterización Termo gravimétrica corroboró la suposición de la temperatura utilizada para los tratamientos, además se trató térmicamente en un horno para ver las características del material. Esto dio las evidencias suficientes para deducir que los tratamientos fueron parcialmente exitosos. La evidencia fotográfica muestra que la estructura del material fue parcialmente transformado y que el control de las condiciones operativas del tratamiento es fundamental para la obtención de materiales adsorbentes.

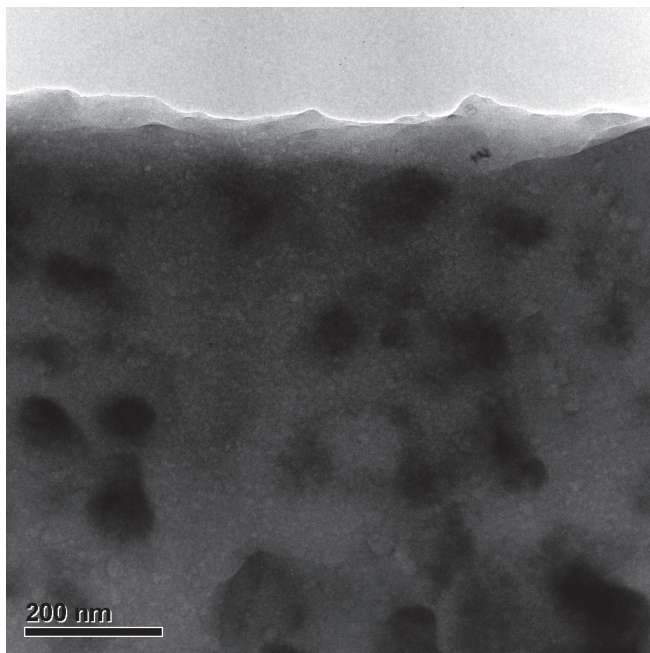


Figura 4. Olote tratado térmicamente, con resolución de 200 nm.

Agradecimientos

El presente trabajo es en memoria del Dr. José Heladio Mendoza Ramírez, el cual fue un factor importante para esta investigación.

Referencias

- Aendlant, U. (1987). *Metodos termicos de analisis*. Moscu, RU. Editorial Mir.
- Geankopolis, C. J. (1998). *Procesos de Transporte y Operaciones Unitarias*, México, MX. CECSA.
- Gonzales, A. A. (1985). *Análisis térmico diferencial y otras técnicas termoanalíticas*. La Habana, CU. Editorial Científico Técnica.
- Greenfield, R., y Straughan, B. (2000). Activated Carbon. *British Marine Aquarists Association Journal*
- Instituto Nacional de Antropología e Historia. (2013, Octubre 12). *Muestra gastronómica del maíz*. Obtenido de <http://www.inah.gob.mx/boletin/5-actividades-culturales/1723-muestra-grastronomica-del-maiz>
- Instituto Nacional de Geografía e Informática. (2009). Anuario estadístico de Puebla 2009, Tomo I, pp. 1-39
- Luna, D., y González A, (2007). Obtención de carbón activado a partir de la cáscara de coco. *Revista contactos*, 23.
- Metter Toledo. (2001, Septiembre, 12). *Información para usuarios de sistemas de análisis*. Obtenido de: http://mx.mt.com/dam/mt_ext_files/Editorial/Generic/4/TA_UserCom14_01455823710252341_files/tauserc14s.pdf.
- Moreno J., Navarrete L., Giraldo L., y García V. (2007). Adsorción de Fenol y 3-Cloro Fenol sobre Carbones Activados mediante Calorimetría de Inmersión. *Rev. Información tecnológica*. 18(3).
- Ortiz, L. (Septiembre 12, 2008). *Pretratamiento de la biomasa lignocelulósica para la producción de biocombustibles: Aspectos Técnicos y económicos*. Universidad Autónoma Metropolitana. Obtenido de <http://www.icq.uia.mx/webicq/pdf=irmene.pdf>
- Puebla noticias. (2013, Octubre, 12). UTT Y BUAP impulsan proyecto para tratar agua residual. Obtenida de <http://pueblanoticias.com.mx/noticia/utt-y-buap-impulsan-proyecto-para-tratar-aguas-residuales-37240/>
- Quiminet. (2010). *El análisis termogravimétrico (TG) y térmico diferencial (DTA)*. Obtenida de http://www.quiminet.com/ar0/ar_bcBuadvcadddsa-el-analisis-termogravimetrico-tg-y-termico-diferencial-dta.htm
- Ritter, H. (1956). *Introducción a la química*. Editorial Reverte.
- Rodríguez, G., y Giraldo, L. (2007). Preparación y caracterización de telas de carbón activado. Influencia del material precursor de algodón. *Revista colombiana de química*.
- Universidad de Sevilla. (2009, Septiembre, 12). *Manual del carbón activado*. Obtenido de: <http://www.aguapedia.net>