

PREPARACIÓN DE CARBONES ACTIVADOS GRANULARES MEDIANTE ACTIVACION “FÍSICA” DE RECURSOS AGRICOLAS

P. J. Villegas Aguilar, B. F. Medina Alvarez, C. E. de las Posas del Río*, B. Bucki Wasserman**

CETA, Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, 54830, Cuba.

Teléfono: (+53) 42 281194 – Fax: (+53) 42 281608 - Email: pjva@fim.uclv.edu.cu

*GEPROP, CITMA, Calle 20 No. 4103 e/ 18A y 47, Alturas de Miramar, Playa CP. 11300, Ciudad Habana,

Cuba. Teléfono: (+537) 230245 - Fax: (+537) 229372 - Email: geprop@ceniai.inf.cu

**GESE, Unidad Académica Confluencia, Universidad Tecnológica Nacional, Plaza Huinca, 8318, Neuquén, Argentina. Teléfono: (+54) 299 4963292 – Fax: (+54) 299 4960510 - Email: buck@arnet.com.ar

RESUMEN

En este trabajo se aborda la preparación de carbones activados empleando como materias primas el producto sólido de la pirólisis de las cáscaras del fruto de la caoba hondureña y semillas de mamey mediante activación “física” con vapor de agua. Se analizan las propiedades de los diferentes carbones mediante la realización de ensayos químicos, análisis próximo y elemental, y químico – físicos, índices de azul de metileno, de yodo y curvas cinéticas de adsorción de azul de metileno a 25^oC. Se estudió fundamentalmente la influencia de las distintas temperaturas (600 a 800^oC) y tiempos de activación (60 a 120 min.) sobre las diferentes variables respuesta estudiadas. Se obtuvo que tanto los recursos como el agente activante empleado resultaron adecuados para preparar carbones activados con una moderada capacidad de adsorción.

Palabras claves: carbones activados, adsorción, recursos agrícolas.

I. INTRODUCCION

Los recursos agrícolas proveen en general de una fuente potencial de productos químicos con valor agregado. Entre ellos, se encuentran los carbones activados, adsorbentes de amplia utilización en diversos procesos y cuya preparación involucra la conversión térmica de residuos. Este producto, caracterizado por su alta capacidad de adsorción, resulta de interés comercial por su precio y creciente consumo, debido a su extendida aplicación en problemas que afectan al medio ambiente, especialmente para el tratamiento de efluentes líquidos y gaseosos (Bahrton y col., 1999).

La factibilidad de conversión de recursos agrícolas en carbones activados representa una opción de relevancia económica para el aprovechamiento de los mismos. En diversos procesos industriales, se emplea este adsorbente para eliminar impurezas coloreadas, pigmentos y cenizas de soluciones. Por lo que, la obtención de carbón activado a partir de éstos, es de gran interés dado que permite disponer de los mismos y a la vez obtener un producto con valor agregado, que actualmente se importa (Villegas Aguilar y col., 1999). Sin embargo, la preparación de carbones activados a partir de estos residuos ha sido poco investigada (González y col., 1994; Jian y col., 1998).

El método más difundido de preparación de carbones activados a partir de fuentes renovables suele denominarse activación “física”. Este consta de dos etapas, la pirólisis o degradación térmica del material precursor a fin de obtener un producto sólido intermedio con alto contenido de carbono fijo y la posterior activación o gasificación controlada del mismo utilizando agentes oxidantes débiles, usualmente vapor de agua, CO₂ o bajas concentraciones de O₂ (Gergova y col., 1994; Heschel y Klose, 1995; Tancredi y col. 1996; Villegas Aguilar y col., 1999). Una alternativa interesante consiste en emplear como precursores cáscaras y semillas de frutos tropicales, ya que la factibilidad de conversión de éstos en carbón activado representa una opción de relevancia económica para el aprovechamiento de los mismos. En el marco de estos antecedentes el presente trabajo se plantea como objetivo aplicar un método que permita preparar carbones activados a partir de algunos recursos agrícolas, determinándose comparativamente algunas características químicas y químico - físicas de los productos obtenidos, las cuales se comparan con las de una muestra de carbón comercial obtenida por un método similar cuando corresponde.

II. PARTE EXPERIMENTAL

II.1. Preparación de los carbones activados

Para la obtención de los carbones activados el material fue secado durante 24 horas, molido y tamizado, hasta obtener una granulometría adecuada. Se tomó una masa conocida del precursor y se pirólicó a la temperatura de 600^oC con un flujo de nitrógeno de 80 ml/min. El producto sólido de la pirólisis se activa a diferentes temperaturas y tiempos de activación en un reactor de lecho fijo de acero inoxidable de 30cm de longitud y 2.5cm de diámetro, al cual se suministra vapor de agua a 10ml/min a través de un tubo de 0.8 cm de diámetro del mismo material conectado a la parte inferior del reactor, los gases producto de la reacción se evacuaban por la parte superior del reactor a través de un conducto de diámetro similar. Para evaluar la influencia simultánea de las condiciones operacionales, temperaturas de 600 a 800^oC y tiempos de hasta 120 min., y optimizar con ello el proceso estudiado se empleó un diseño de experimentos 3².

II.2. Caracterización química y químico – física

La caracterización química de las muestras, los productos sólidos de la pirólisis y carbones activados preparados a partir de ellas, se realiza mediante análisis próximo y elemental según normas ASTM. Asimismo, se determinó la densidad aparente de cada uno de los productos preparados mediante técnicas tradicionales.

La caracterización químico –física de los carbones activados se realizó a partir de la valoración de su capacidad de adsorción mediante la determinación de los índices de yodo con solución standard 0.10 mol/l de cada uno de los carbones preparados y la evaluación cinética de la adsorción de una solución standard de azul de metileno ($7.5 \times 10^{-4}\%$) a 25°C utilizando un Espectrofotómetro SPEKOL 11, a una longitud de onda $\lambda = 660$ nm. Asimismo, se realizan determinaciones de la eficiencia de la adsorción de una solución de azul de metileno al 0.15% a temperatura ambiente durante 10 horas sin agitar, de los carbones activados preparados (Fernández y Castillo, 2001; Milan y Slavoj, 1967).

Otra forma frecuentemente usada para comparar la eficiencia de la adsorción de carbones activados obtenidos bajo diferentes condiciones, es la determinación de las constantes cinéticas del proceso de adsorción. (Alberty, 1997; Connors, 1990; Logan, 2000) En este sentido, la velocidad de decoloración de una solución standard de azul de metileno es un indicador muy representativo, la cual si se considera como una reacción de primer orden, puede expresarse según:

$$\frac{dx}{dt} = - k'_{ads} * \alpha \quad (1)$$

donde:

$\frac{dx}{dt}$: es la velocidad del proceso de adsorción;
 k'_{ads} : es la constante cinética aparente del proceso de adsorción;
 α : es la concentración residual del adsorbato.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de los resultados de la caracterización química y químico – física de las materias precursoras así como la de los carbones activados obtenidos a partir de los diferentes recursos permite la optimización de las condiciones operacionales a fin de obtener un producto con el máximo poder adsorbente mediante el auxilio del análisis estadístico correspondiente.

III.1. Caracterización química

Los resultados de los valores promedio del análisis próximo y elemental de los precursores y de los carbones activados obtenidos a partir de estos, así como los rendimientos, conversiones y densidades aparentes se presentan en las Tablas 1 y 2. Puede apreciarse que como tendencia la densidad aparente y el rendimiento disminuyen al aumentar el tiempo y la temperatura de carbonización. Asimismo, debe notarse que la caoba hondureña así como las semillas del mamey poseen un elevado contenido de volátiles, el cual disminuye considerablemente como consecuencia de la activación y en especial al incrementar el tiempo y la temperatura. El contenido de cenizas del precursor virgen es bajo, lo que justifica su empleo para la producción de carbones activados, el cual se incrementa sensiblemente como consecuencia de la activación. Los resultados del análisis elemental se corresponden con los reportados por otros autores para productos preparados bajo condiciones similares.

Muestra	T _{act.} (°C)	t _{act.} (min)	%Vv (lh)	%Cf (lh)	%A (lh)	%C (lhc)	%H (lhc)	%O* (lhc)	%N (lhc)	R (%)	%Cv	d _{ap} (g/ml)
Residuo virgen			71.45	24.69	3.76	54,24	5,13	39,66	0,97	-	-	0.37
Experimento 1	600	60	20.43	72.94	6.63	84,06	2,22	13,43	0,30	35.89	64.11	0.252
Experimento 2	600	90	18.83	73.28	7.89	85,01	2,12	12,59	0,28	35.60	64.40	0.240
Experimento 3	600	120	18.51	73.08	8.41	85,20	2,11	12,42	0,27	28.21	71.79	0.200
Experimento 4	700	60	17.68	72.94	9.38	85,70	2,06	11,99	0,26	32.40	67.60	0.220
Experimento 5	700	90	15.50	72.86	11.64	86,99	1,93	10,84	0,23	26.40	73.60	0.195
Experimento 6	700	120	14.62	71.58	13.80	87,52	1,88	10,38	0,22	24.70	75.30	0.170
Experimento 7	800	60	14.61	69.44	15.95	87,52	1,88	10,38	0,22	25.47	74.53	0.217
Experimento 8	800	90	13.68	68.96	17.36	88,08	1,82	9,89	0,21	21.88	78.12	0.182
Experimento 9	800	120	11.88	69.21	18.91	89,15	1,72	8,94	0,18	20.51	79.49	0.160

Tabla 1. Análisis próximo y elemental, rendimientos (R), conversión (Cv) y densidades aparentes (d_{ap}) de las muestras de cáscaras del fruto de la caoba hondureña y los carbones activados obtenidos mediante activación “física” del producto sólido de la pirólisis las mismas con vapor de agua . (Vv: volátiles; Cf: Carbono fijo; A: Cenizas; lh: libre de humedad; lhc: libre de humedad y cenizas; * Determinado por diferencia.)

Muestra	T _{act.} (°C)	t _{act.} (min)	%Vv (lh)	%Cf (lh)	%A (lh)	%C (lhc)	%H (lhc)	%O* (lhc)	%N (lhc)	R (%)	%Cv	d _{ap} (g/ml)
Residuo virgen			79.82	18.14	2.09	49,44	5,59	43,89	1,08			0.5472
Experimento 1	600	60	14.25	82.39	3.36	87,74	1,86	10,19	0,21	36.21	63.79	0.357
Experimento 2	600	90	11.22	86.80	4.98	89,55	1,68	8,60	0,17	33.12	66.88	0.331
Experimento 3	600	120	9.96	82.59	7.45	90,30	1,61	7,93	0,16	25.90	74.10	0.285
Experimento 4	700	60	10.86	79.51	9.63	89,76	1,66	8,41	0,17	32.75	67.25	0.309
Experimento 5	700	90	9.85	79.09	11.06	90,37	1,60	7,88	0,15	27.83	72.17	0.297
Experimento 6	700	120	8.03	77.75	14.22	91,46	1,50	6,92	0,13	23.00	77.00	0.202
Experimento 7	800	60	9.97	73.54	16.49	90,30	1,61	7,94	0,16	29.58	70.42	0.277
Experimento 8	800	90	8.75	73.27	17.98	91,03	1,54	7,30	0,14	24.26	75.74	0.256
Experimento 9	800	120	7.79	72.21	20.00	91,60	1,48	6,79	0,13	20.98	79.02	0.180

Tabla 2. Análisis próximo y elemental, rendimientos (R), conversiones (Cv) y densidades aparentes (d_{ap}) de las muestras de semillas del mamey y los carbones activados obtenidos mediante activación “física” del producto sólido de la pirólisis de las mismas con vapor de agua.

A partir de los resultados reportados en las tablas anteriores se obtuvo las dependencias entre la conversión y el tiempo y la temperatura de activación, las cuales se ejemplifican en las Figuras 1 y 2, en las que puede observarse que la conversión incrementa linealmente con el tiempo y la temperatura de activación, lo que concuerda para ambos materiales. Estos comportamientos se corresponden con lo reportado en la literatura para residuos y carbones activados semejantes y el mismo tiene una importancia decisiva en el desarrollo poroso de los adsorbentes (Kaghazchi y col., 1999).

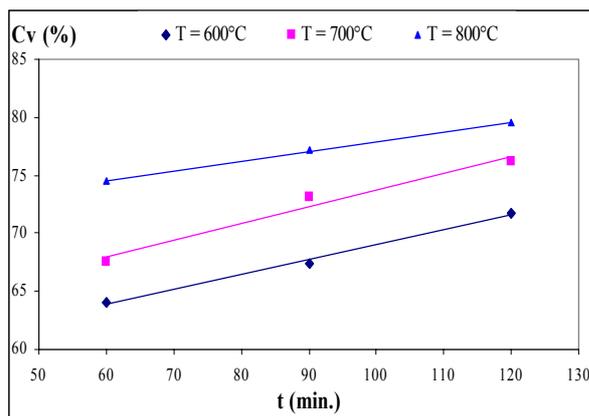


Figura 1. Dependencia entre la conversión y el tiempo a las diferentes temperaturas de activación del producto sólido de la pirólisis de las cáscaras del fruto de la caoba hondureña con vapor de agua.

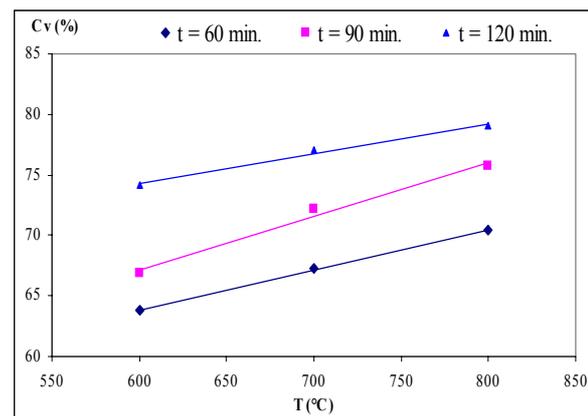


Figura 2. Dependencia entre la conversión y la temperaturas a diferentes tiempos de activación del producto sólido de la pirólisis de las semillas de mamey con vapor de agua.

El análisis estadístico de las Tablas 1 y 2 arrojó que la variación de los contenidos de volátiles de los carbones activados preparados a partir del producto sólido de la pirólisis de las cáscaras del fruto de la caoba hondureña (V_{v, ch}) y de las semillas de mamey (V_{v, sm}) respecto a las variables independientes temperatura (T) y tiempo (t), se ajustaba a la expresión siguiente con coeficientes de correlación R² = 0.979 y 0.9047, respectivamente. Se obtuvo que tanto la temperatura como el tiempo de activación resultaron significativos sobre la variable dependiente estudiada con un nivel de confianza del 99%.

$$\%V_{v, ch} = 40.58 - 0.0293*(T) - 0.0428*(t) \quad (2)$$

$$\%V_{v, sm} = 25.13 - 0.0149*(T) - 0.0517*(t) \quad (3)$$

La valoración estadística de la variación de los contenidos de carbono fijo (C_{f, ch} y C_{f, sm}) de los carbones activados preparados a partir del producto sólido de la pirólisis de los recursos estudiados, reportados en las Tablas 1 y 2, con las variables independientes: T y t se ajustaba a las expresiones (4) y (5) con coeficientes de correlación R² = 0.8398 y 0.9284, respectivamente.

$$\%C_{f, ch} = 85.95 - 0.0195*(T) - 0.0081*(t) \quad (4)$$

$$\%C_{f, sm} = 118.24 - 0.0546*(T) - 0.0161*(t) \quad (5)$$

De este análisis se obtuvo en ambos casos, que solo la temperatura resultó significativa sobre la variable dependiente estudiada con un nivel de confianza del 99%, en cambio, el tiempo no fue estadísticamente significativo. La interpretación estadística de la variación de los contenidos de cenizas de los carbones activados preparados a partir del producto sólido de la

pirólisis de los precursores (A_{ch} y A_{sm}), presentados en las Tablas 1 y 2, respecto a las variables independientes: T y t se ajustaba a las expresiones que a continuación se presentan con coeficientes de correlación $R^2 = 0.978$ y 0.9965 , respectivamente. En este caso se obtuvo que los dos coeficientes resultaron significativos sobre la variable dependiente estudiada con un nivel de confianza del 99%.

$$\%A_{ch} = -26.53 + 0.0488*(T) + 0.0509*(t) \quad (6)$$

$$\%A_{sm} = -39.54 + 0.0645*(T) + 0.0677*(t) \quad (7)$$

El estudio estadístico de la influencia de las variables independientes: T y t sobre el rendimiento de la activación de los productos sólidos de la pirólisis de ambas materias primas (Tablas 1 y 2) se correspondía con las expresiones (8 y 9) con coeficientes de correlación $R^2 = 0.9414$ y 0.9774 , respectivamente. Los dos coeficientes de las variables independientes de estos modelos resultaron significativos sobre la variable dependiente con un nivel de confianza del 99%.

$$\%R_{ch} = 75.21 - 0.0531*(T) - 0.113*(t) \quad (8)$$

$$\%R_{sm} = 66.32 - 0.034*(T) - 0.1592*(t) \quad (9)$$

El estudio estadístico de la incidencia de las variables independientes T y t sobre las densidades aparentes (dap), que se reflejan en las Tablas 1 y 2, se corresponde con las expresiones (10 y 11) con coeficientes de correlación $R^2 = 0.9303$ y 0.9119 , respectivamente. Aquí se obtuvo que resultaron significativos sobre la variable dependiente estudiada la temperatura y el tiempo con un intervalo de confianza del 99%.

$$dap_{ch} = 0.4387 - 0.0002*(T) - 0.0009*(t) \quad (10)$$

$$dap_{sm} = 0.7184 - 0.0004*(T) - 0.0015*(t) \quad (11)$$

El estudio estadístico de la incidencia de las variables independientes: T y t sobre la conversión de los productos sólidos de la pirólisis reflejada en las Tablas 1 y 2, se corresponde con las expresiones que a continuación se ofrecen con coeficientes de correlación $R^2 = 0.9414$ y 0.9774 , respectivamente. En este caso, resultaron significativos sobre la variable dependiente estudiada la temperatura y el con un intervalo de confianza del 99%.

$$\%Cv_{ch} = 24.79 + 0.0531*(T) + 0.113*(t) \quad (12)$$

$$\%Cv_{sm} = 33.68 + 0.034*(T) + 0.1592*(t) \quad (13)$$

III.2. Caracterización químico – física

En la Figuras 3 y 4 se ejemplifica el efecto del tiempo y la temperatura sobre las curvas cinéticas de la adsorción del azul de metileno en los carbones activados, preparados a partir ambos precursores, mediante activación “física” con vapor de agua, según se detalla en las Tablas 1 y 2.

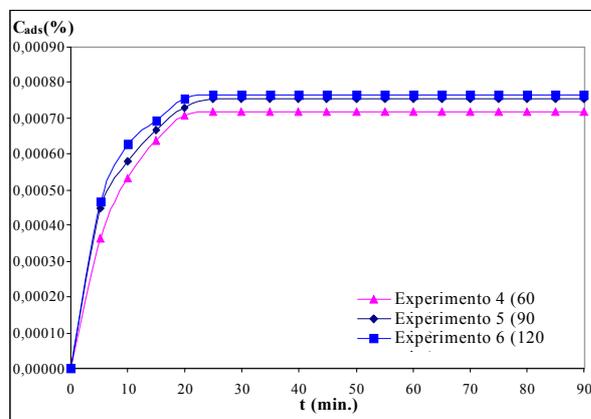


Figura 3. Curvas cinéticas de la adsorción del azul de metileno a 25°C sobre los carbones activados preparados mediante activación de las cáscaras del fruto de la caoba hondureña con vapor de agua a la temperatura de 700°C.

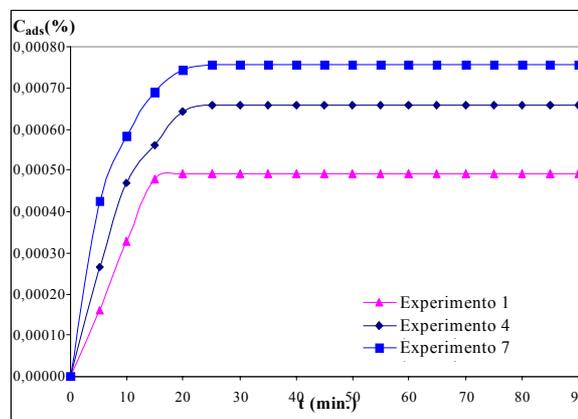


Figura 4. Curvas cinéticas de la adsorción con azul de metileno a 25°C sobre los carbones activados preparados mediante activación de las semillas de mamey con vapor de agua durante 60 min. y diferentes temperaturas de activación.

En las Figuras 3 y 4 puede observarse que la cantidad de azul de metileno adsorbida (C_{ads}) aumenta notablemente producto de la activación, haciéndose mayor al incrementar el tiempo y la temperatura de activación.

Para evaluar la capacidad de adsorción de los carbones activados obtenidos es común el empleo de sustancias cuyas moléculas posee dimensiones inferiores a la de azul de metileno ($>13 \text{ \AA}$). En este caso se analizó la adsorción de yodo a partir de una solución estándar 0.10N, según se indicó anteriormente.

Se ofrecen en las Tabla 3 y 4 los resultados de índices de yodo, de azul de metileno y constante cinética aparente de la adsorción del azul de metileno y valor de R^2 correspondiente para los carbones activados obtenidos mediante activación “física” de los recursos estudiados con vapor de agua.

Muestra	T _{act.} (°C)	t _{act.} (min)	I _{na}	I _{ny}	k' _{ads} (min ⁻¹)	R ²
Experimento 1	600	60	-	-	0.0541	0.980
Experimento 2	600	90	-	-	0.0756	0.978
Experimento 3	600	120	5	380	0.0777	0.955
Experimento 4	700	60	8	400	0.1163	0.999
Experimento 5	700	90	10	413	0.1290	0.992
Experimento 6	700	120	10	455	0.1574	0.989
Experimento 7	800	60	12	570	0.1963	0.9882
Experimento 8	800	90	10	540	0.1308	0.995
Experimento 9	800	120	8	420	0.1255	0.990

Tabla 3. Índices de yodo, de azul de metileno y constante cinética aparente de la adsorción del azul de metileno y valor de R² correspondiente para los carbones activados obtenidos mediante activación “física” de las cáscaras del fruto de la caoba hondureña con vapor de agua.

Muestra	T _{act.} (°C)	t _{act.} (min)	I _{na}	I _{ny}	k' _{ads} (min ⁻¹)	R ²
Experimento 1	600	60	-	-	0.0540	0.964
Experimento 2	600	90	-	-	0.0570	0.977
Experimento 3	600	120	7	370	0.6870	0.997
Experimento 4	700	60	10	430	0.0866	0.998
Experimento 5	700	90	12	448	0.1200	0.975
Experimento 6	700	120	12	490	0.1241	0.976
Experimento 7	800	60	14	610	0.1475	0.996
Experimento 8	800	90	12	545	0.121	0.993
Experimento 9	800	120	8	427	0.1059	0.987

Tabla 4. Índices de yodo, de azul de metileno y constante cinética aparente de la adsorción del azul de metileno y valor de R² correspondiente para los carbones activados obtenidos mediante activación “física” de las semillas de mamey con vapor de agua.

En los ensayos de eficiencia de la adsorción se observó que el producto preparado según el experimento 7 es capaz de decolorar completamente 12 ml de solución standard de azul de metileno al 0.15% en el primer caso y 14 ml en el segundo, en cambio los restantes del experimento logran decolorar solo de 5 a 12ml. Un estudio comparativo con un carbón comercial producido en la planta industrial del Centro de Investigaciones de la Industria Minero – Metalúrgica (CIPIMM) arrojó que este decoloraba 16ml (Fernández y Castillo, 2000). La ligera diferencia con los materiales presentados en este trabajo avala la calidad del producto propuesto en este trabajo.

El comportamiento de los índices de yodo evidencia un crecimiento con la temperatura y el tiempo excepto a la temperatura más alta, lo cual puede deberse a que a esta temperatura las condiciones de tratamiento son muy drásticas. El carbón activado obtenido según el experimento 7 posee el mayor índice de yodo, lo cual implica que en éste se ha desarrollado un mayor volumen de microporos. Este valor es muy similar al reportado para carbones activados que se usan como decolorantes por lo cual recomendamos que el producto obtenido según las condiciones del experimento mencionado puede tener el mismo uso. Los resultados de las constantes cinéticas aparentes de la adsorción del azul de metileno corroboran los obtenidos para los índices de yodo y de azul de metileno, así como los derivados de las curvas cinéticas correspondientes, determinándose que las mejores condiciones para la preparación de carbones activados a partir de este precursor, se corresponden con las del experimento 7.

El análisis estadístico de las Tablas 3 y 4 brindó que la variación de las variables dependientes (I_a, I_y y k'_{ads}) respecto a las variables independientes temperatura (T) y tiempo (t) se ajustaba a las expresiones que a continuación se ofrecen, las cuales en general tuvieron coeficientes de correlación bajos (alrededor de 0.6). De estos análisis, siempre se obtuvo que el coeficientes correspondiente a la temperatura resultó significativo sobre la variable dependiente estudiada con un nivel de confianza del 95%, en cambio el tiempo de activación resultó no significativo.

$$I_{a_{ch}} = -11.31 + 1.9167*(T) + 1.5833*(t) \quad (14)$$

$$I_{a_{sm}} = -17.88 + 0.0361*(T) + 0.0167*(t) \quad (15)$$

$$I_{y_{ch}} = -23.67 + 0.0417*(T) + 0.0167*(t) \quad (16)$$

$$I_{y_{sm}} = -873.34 + 1.6349*(T) + 1.3722*(t) \quad (17)$$

$$k'_{\text{ads}_{\text{sm}}} = 0.2498 - 0.0006*(T) + 0.0038*(t) \quad (18)$$

$$k'_{\text{ads}_{\text{ch}}} = -0.8773 + 0.0003*(T) + 0.0003*(t) \quad (19)$$

IV. CONCLUSIONES

- ◆ El estudio sobre la factibilidad de preparar carbones activados señala que tanto las cáscaras del fruto de la caoba hondureña como las semillas de mamey pueden ser utilizadas, aplicando el método de activación “física” con vapor de agua, con este propósito.
- ◆ Las condiciones de operación empleadas en la activación ejercen una marcada influencia sobre la capacidad de adsorción de los productos obtenidos. El mejor resultado en ambos casos se obtuvo para el experimento 7 que se realizó a una temperatura de 800°C y 60 min. de activación con buenos rendimientos. Este producto resultó ser predominantemente microporoso.
- ◆ El análisis estadístico realizado permitió determinar las ecuaciones que describían la influencia entre las condiciones de operación estudiadas (variables independientes) y las diferentes variables respuesta bajo análisis (análisis próximo, densidad aparente, rendimiento y propiedades adsorbentes), estableciéndose la significación de los coeficientes correspondientes en cada caso.

V. REFERENCIAS

1. Alberty R.; Silbey, R. (1997) “Physical Chemistry”. 2nd Edition.
2. Bahrton, A.; Horowitz, G. I.; Cerrella, E. G.; Bonelli, P. R.; Cassanello, M. C.; Cukierman, A. L. (1999) *Proceeding of the Fourth Biomass Conference of the Americas*. Edited by R. P. Overand and E. Chornet, Elsevier Applied Science Publishers, 549-554.
3. Connors, K. A. (1990) “Chemical Kinetics. The Study of Reaction Rates in Solution”. Ed. VCH New York.
4. Fernández, A.; Castillo, R. (2000) *Informe de Investigaciones*, Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), La Habana, Cuba.
5. Fernández, A.; Castillo, R. (2001) “Técnicas de caracterización de carbones activados”. *Informe Interno*, Centro de Investigaciones para la Industria Minero Metalúrgica (CIPIMM), La Habana, Cuba.
6. Gergova, K.; Petrov, N.; Eser, S. (1994) *Carbon*, 32, 4, 693-702.
7. González, M. T.; Molina - Sabio, M.; Rodríguez - Reinoso, F. (1994) *Carbon*, 32, 8, 1407-1413.
8. Heschel W.; Klose, E. (1995) *Fuel*, 74, 12, 1787-1791.
9. Jiaan, X.; Kiyoshi, N.; Shoji, K. (1998) *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 31, 6, 987-990.
10. Kaghazchi, T.; Heidari, A.; Roghanizad, A. A. (1999) *Proceeding of the Fifth APISCEU*. Edited by Huang Zhao Xiang and Liu Xin, International Academic Publishers, China, 310-313.
11. Logan, S. R. (2000) “Fundamentos de Cinética Química”. Ed. Iberoamericana Eddison Wesley, Madrid.
12. Milan, S; Slavoj, C. (1967) “Active carbon” Ed. Elsevier Publishing Company, Germany.
13. Tancredi, N.; Cordero, T.; Rodríguez-Mirasol, J. J.; Rodríguez, J. J. (1996) *Fuel*, 75, 15, 1701-1706.
14. Villegas Aguilar, P. J.; Bonelli, P. R.; Cassanello, M. C.; Cukierman, A. L. (1999) *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 3, 36-40.

ABSTRACT

In this work the preparation of activated carbon using as raw materials the solid product of the pyrolysis of shells of the fruit of Honduran mahogany and mamee seeds is studied by “physical” activation with steam water. The properties of the different activated carbons are analyzed by the realization of chemical characterization, proximate and elementary analysis, and chemical – physical analysis, methylene blue and iodine indexes and kinetic curve of adsorption of methylene blue at 25°C. The influence of different temperatures (from 600 to 800°C) and activation times (from 60 to 120 min.) was studied on the different answer variables analyzed. It was obtained that the resources and the activating agent used were appropriate to prepare activated carbons with a moderate adsorption capacity.

Key words: activated carbon, adsorption, agricultural resources.