



ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA FACTIBILIDAD DE PREPARAR CARBONES ACTIVADOS A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES TROPICALES

Medina Álvarez, B. F.¹; Villegas Aguilar, P. J.²; de las Posas del Río, C. E.³; B. Bucki Wasserman⁴

Centro de Estudio de Termoenergética Azucarera, Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad Central de Las Villas, Santa Clara, 54830, Cuba. Teléfono: (+53) 42 281194 - Fax: (+53) 42 281608 - Email:

¹bfmedina@fim.uclv.edu.cu; ²pjva@fim.uclv.edu.cu

³Centro de Gerencia de Programas y Proyectos Priorizados (GEPROP) Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (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: cdelaspozas@geprop.cu

⁴GESE, Unidad Académica Confluencia, Universidad Tecnológica Nacional, Plaza Huincul, 8318, Neuquén, Argentina. Teléfono: (+54) 299 4963292 – Fax: (+54) 299 4960510 - Email: buck@arnet.com.ar

RESUMEN

El aprovechamiento de los recursos biomásicos provenientes de la actividad humana es un aspecto de gran preocupación tanto por científicos como productores, ya que estos alcanzan considerable volúmenes, siendo la mayor parte de estos quemados de forma descontrolada, afectando considerablemente la fertilidad de los suelos. Asimismo, se destinan a la alimentación animal, poseyendo muchos de ellos un escaso valor nutritivo. En este trabajo, se estudia la influencia de diferentes criterios sobre la factibilidad de preparar de carbones activados a partir de precursores renovables tropicales. Se valoró fundamentalmente la posibilidad de prepararlos mediante procesos “físicos” con vapor de agua y “químicos” con ácido fosfórico. Se determinó que tanto para las maderas como para los residuos agroindustriales era más factible el empleo de la activación “química” partiendo de criterios termo-económicos, en cambio para las semillas y cáscaras de frutos la variante más adecuada resultó ser la activación “física” teniendo en cuenta la calidad de los productos preparados a partir de éstos.

Palabras claves: preparación de carbones activados, pirólisis, activación, adsorción, recursos biomásicos.

I. INTRODUCCION

La producción de carbones activados se ha visto notablemente incrementada en las dos últimas décadas dadas sus amplias posibilidades de aplicación. Los carbones activados pueden obtenerse a partir de diversos precursores carbonosos, usualmente se utilizan maderas, carbón mineral o cáscaras de coco.^(1, 3, 4, 6) La creciente demanda de estos adsorbentes ha suscitado la búsqueda de nuevas fuentes de materias primas, de disponibilidad segura y bajo costo, centrándose la atención especialmente en los materiales renovables, entre los que se destacan las cáscaras de nueces, carozos de frutos, aserrín y cortezas de algunas especies de crecimiento rápido. Asimismo, algunos residuos agroindustriales como el bagazo de caña de azúcar ha sido recientemente investigado como posible precursor mediante diferentes métodos de activación.^(2, 7, 9)

Sin embargo, a excepción del coco, ha sido poco estudiada la factibilidad de preparación de carbones activados a partir de algunos recursos biomásicos de las zonas tropicales, con amplia disponibilidad y poca competencia en otros usos. En los últimos años se realizaron importantes esfuerzos en la búsqueda de alternativas para reducir el impacto ambiental de esa enorme cantidad de biomasa y añadirle valor agregado para un desarrollo agrícola sustentable. Enmarcado en estos antecedentes el presente trabajo se propone como objetivo, establecer algunos criterios para estudiar la factibilidad de emplear determinados recursos renovables tropicales en la preparación de carbones activados.

I. PARTE EXPERIMENTAL

Para la realización del estudio se seleccionaron varios recursos biomásicos de alta disponibilidad en las zonas tropicales, los cuales se clasificaron en tres grupos:

- I. Maderas;
- II. Semillas y cáscaras de frutas;
- III. Residuos agro-industriales.

Adicionalmente se incluyen datos de otras materias primas de zonas no tropicales con fines comparativos.

Estos recursos previamente secados se sometieron a un proceso de pirólisis bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura: 400 - 800°C.
- Velocidad de calentamiento hasta llegar a la temperatura de pirólisis: 5 °C/min.
- Tamaño de partícula: 1 - 3mm
- Tiempo de pirólisis: 90 min.

La pirólisis se realizó en un reactor de lecho fijo de 30cm de largo y 3cm de diámetro, inertizado con circulación de N₂ a 80 ml/min. y calefaccionado eléctricamente.

La activación “física” del producto sólido de la pirólisis (char) se realiza en un reactor diferencial escala laboratorio, empleando vapor de agua como agente activante, temperaturas entre 600 a 800°C y tiempos de 60 a 180 min.

La activación “química” se realizó en un reactor de lecho fijo con las soluciones de H₃PO₄ de concentraciones entre 30 y 50 % (p/p) a temperaturas de 300 a 500°C. y tiempos de carbonización de 60 a 120 min.

La caracterización química de las muestras, los chars y carbones activados preparados se realiza mediante análisis elemental según normas ASTM. Asimismo, se determinaron las densidades aparentes de cada uno de los productos mediante técnicas tradicionales y la densidad real con picnómetros usando metanol como líquido. La caracterización químico –física de los carbones activados se realizó a partir de la valoración de su capacidad de adsorción; para ello, se determinaron los índices de yodo con solución standard 0.10 mol/l. ⁽⁸⁾

Los criterios de selección de las materias primas para su empleo en la producción de carbones activados fueron:

- Rendimientos de la pirólisis. Este criterio permite la realización de valoraciones termo-económicas imprescindibles en procesos de producción a gran escala.
- Morfología o textura de los productos sólidos de la pirólisis.
- Capacidad de adsorción.

La porosidad de las materias primas (P) se calculó según la formula: ⁽³⁾

$$P = \left(1 - \frac{dap}{dr}\right) * 100 \quad (1)$$

Donde:

dap: es la densidad aparente;
dr: es la densidad real.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

III.1. Análisis de la influencia de la composición química del precursor sobre los rendimientos de la pirólisis

La composición química de cada materia prima influye notablemente sobre las características del char que se obtiene luego de la pirólisis de las mismas. ⁽¹⁰⁾ En la Tabla 1 se detalla la composición química de las materias primas estudiadas y los rendimientos de la pirólisis (Rp) de las mismas a la temperatura de 500°C.

Muestra	%C (lhc)	%H (lhc)	%O* (lhc)	%N (lhc)	O/C	Rp (%)
Maderas						
Corteza de aroma	51,3	5,4	42,2	1,0	0,82	23
Corteza de eucalipto	47,2	6	46,7	0,1	0,99	28
Semillas y cáscaras de frutos						
Semillas de guayaba	76,5	3,0	20,1	0,4	0,26	43
Semillas de mamey	50,1	5,5	43,3	1,1	0,86	33
Semillas de aceitunas	49,7	5,8	39,7	1,1	0,80	28
Cáscaras del fruto de la caoba africana	53,9	5,2	40,0	1,0	0,74	33
Cáscaras del fruto de la caoba hondureña	54,2	5,1	39,7	1,0	0,73	32
Cáscaras de coco	53,5	5,2	40,3	1,0	0,75	35
Residuos agro-industriales						
Bagazo de caña da azúcar	46,9	5,6	46,3	1,2	0,99	22
Residuos agrícolas cañeros (RAC)	44,5	5,7	49	1,2	1,10	20
Carbón Mineral	71,2	5,5	22,2	1,0	0,31	46

Tabla 1. Análisis elemental de las muestras (lhc: Libre de humedad y cenizas).

A partir de los resultados mostrados en la Tabla 1, se encontró la dependencia entre la relación O/C y el rendimiento de la pirólisis para estas materias primas según se ilustra en la Figura 1, a partir de la cual se obtuvo la ecuación de correlación que a continuación se presenta con un coeficiente de correlación R² = 0,9894:

$$Rp = 53,98 - 29,93 * O/C \quad (2)$$

Donde

Rp: es rendimiento de la pirólisis de cada una de las materias primas;
O/C: es la relación de las composiciones elementales de oxígeno y carbono de cada material.

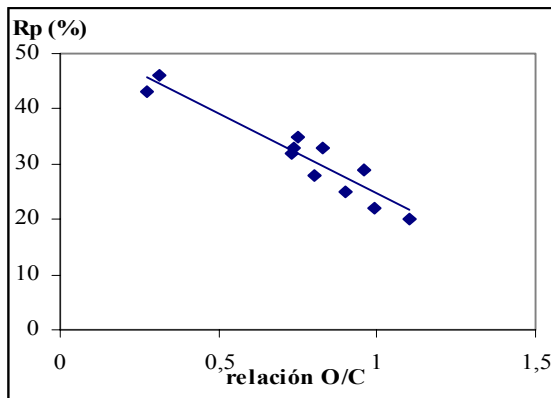


Figura 1. Dependencia entre la relación O/C y los rendimientos de la pirólisis de diferentes materias primas.

En la Figura 1 se observa que con la disminución del contenido de oxígeno en el material de partida se incrementa el rendimiento del proceso de pirólisis. Esto se debe a que durante este proceso, los grupos ricos en oxígenos se separan de la estructura del material con preferencia ante otros grupos. De aquí se concluye que las materias primas con bajos rendimientos como el bagazo de caña de azúcar y los RAC, desde este punto de vista clasifican como materias primas de baja factibilidad para su elección en la preparación de carbón activado. Por tal razón poseen mayores posibilidades las del grupo de las semillas y cáscaras de frutas y en menor grado las de corteza de maderas, excepto las semillas de guayaba que por su elevado contenido de cenizas, no es factible su uso en la obtención de carbones activados, al menos por las vías tradicionales.

III.2. Análisis de la influencia de la temperatura sobre los rendimientos de la pirólisis

Como se ha descrito en la literatura los rendimientos de la pirólisis de las biomásas varían significativamente con el aumento de la temperatura y la velocidad de variación de esta última.⁽¹⁰⁾ Para algunos de los residuos seleccionados se evaluó la influencia del aumento de la temperatura durante la pirólisis lenta que se realizó con una velocidad de calentamiento constante hasta llegar a la temperatura de pirólisis (5°C/min), sobre los rendimientos del mencionado proceso según se muestra en la Tabla 2.

Materia prima	Rendimiento de la pirólisis		
	T = 400°C	T = 600°C	T = 800°C
Corteza de eucalipto	31	25	23
Corteza de aroma	36	33	28
Semillas de mamey	39	33	31
Semillas de aceituna	30	28	24
Cáscaras del fruto de la de caoba africana	37	33	27
Cáscaras de coco	40	35	33
Bagazo de caña de azúcar	30	22	17
Residuos agrícolas cañeros (RAC)	29	20	16

Tabla 2. Dependencia entre el rendimiento y la temperatura durante 60 min. de pirólisis de diferentes materias primas

Como puede observarse en la Tabla anterior, con el aumento de temperatura en los residuos agroindustriales disminuyen los rendimientos de la pirólisis, en mayor medida que los correspondientes a las maderas y semillas y cáscaras de frutas. En la Figura 2 se ilustra el comportamiento de los rendimientos de la pirólisis de los diferentes tipos de residuos estudiados en función de la temperatura.

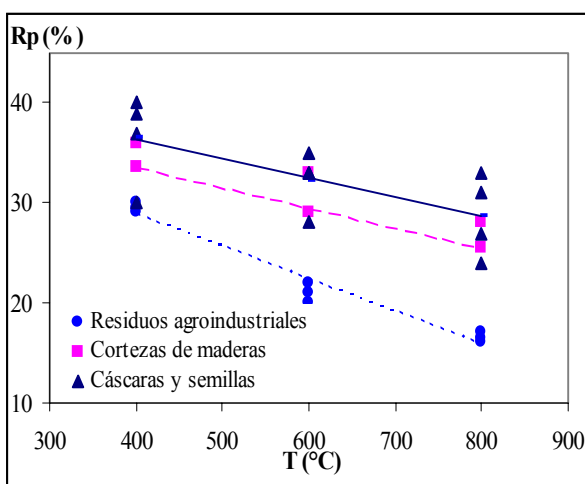


Figura 2. Efecto de la temperatura sobre los rendimientos de la pirólisis de los diferentes tipos de residuos estudiados.

A partir del análisis de la Tabla 2 y la Figura 2 se deduce, que para preparar carbones activados a partir de residuos agro-industriales es conveniente emplear bajas temperaturas, lo cual se corresponde con la activación “química”, la que generalmente se realiza en el intervalo de 300 a 500°C. El empleo de la activación “física” para este tipo de materiales sería económicamente poco factible a pesar de que como agente activante se utilice vapor de agua, que es más barato que el H₃PO₄, ya que además de realizarse este proceso a más alta temperatura, los tiempos para lograr un incremento en el número de microporos generalmente son mayores que 60 min., lo que conspira contra los rendimientos del proceso.⁽⁷⁾ A partir de la Figura 2 se deducen expresiones matemáticas que permiten estimar los rendimientos de la pirólisis para los diferentes tipos de residuos:

$$\text{Res. agroind.: } R_p = 41,83 - 0,032 \cdot T \quad (R^2 = 0,969) \quad (3)$$

$$\text{Maderas: } R_p = 41,333 - 0,02 \cdot T \quad (R^2 = 0,995) \quad (4)$$

$$\text{Semillas y cásc.: } R_p = 44,12 - 0,019 \cdot T \quad (R^2 = 0,997) \quad (5)$$

III.3. Análisis de la influencia de las propiedades morfológicas de los precursores sobre las características de los productos sólidos de la pirólisis (chars)

Otro parámetro de gran importancia en la calidad de los carbones activados es su resistencia mecánica, al cual la está determinada básicamente por la porosidad del material. ⁽³⁾ Un coeficiente de porosidad en la materia prima superior al 40% implica que los chars obtenidos de las mismas poseen una estructura de anchos poros lo que facilita el rompimiento de la misma por la acción de fuerzas externas disminuyendo de esta forma la resistencia mecánica de los carbones activados preparados a partir de éste. Por esta razón, independientemente de los parámetros de temperatura y tiempo a la cual se realice esta última, si la morfología del material de partida es de alta macroporosidad, las posibilidades de obtener carbones activados con gran volumen de microporos es baja. En la Tabla 3 se muestran las densidades aparentes y reales y la porosidad de varios materiales biomásicos tropicales, calculados según la expresión (1).

Materia prima	dap (g/cm ³)	dr (g/cm ³)	P (%)
Cáscaras del fruto de la caoba africana	0.382	0.612	0.37
Cáscaras del fruto de la caoba hondureña	0.371	0.750	0.50
Semillas de mamey	0.750	1.080	0.35
Semillas de guayaba	0.408	1.040	0.62
Cáscaras de coco	1.308	1.537	0.14
Corteza de aroma	0.340	0.565	0.38
Tusa de maíz	0.168	0.820	0.79
Bagazo de caña de azúcar	0.090	0.700	0.86

Tabla 3. Densidades aparentes (dap), reales (dr) y porosidad (P) de algunos residuos tropicales.

A partir de los datos de la Tabla anterior, se puede seleccionar con anticipación a los recursos que posibilitan la preparación de carbones activados con buena resistencia mecánica, siendo éstos básicamente las semillas y cáscaras de frutos, excepto las de la caoba hondureña, es también factible el empleo de la corteza de aroma. De los restantes residuos también se puede preparar carbones activados con mayor o menor capacidad de adsorción, en dependencia de las vías y parámetros de activación, pero con baja resistencia mecánica, lo cual limita su uso procesos de adsorción o separación con pequeños volúmenes de adsorbentes o que no estén sometidos a la presión de flujos laminares de alta velocidad.

III.4. Selección del tipo de activación y los parámetros de las mismas para los materiales estudiados

A partir de los criterios establecidos en III.1 y III.2 sobre los rendimientos de la pirólisis (Rp) y siguiendo un razonamiento puramente termo-económico es que se indica conveniente para las cortezas de maderas y los recursos agro-industriales la activación a bajas temperaturas, lo cual se logra por la vía de la activación “química” que se realiza generalmente a temperaturas de 300-500°C. Esto permite balancear los costos del proceso de utilización de altos volúmenes del agente activante (H₃PO₄). Por esta razón, en la búsqueda de las condiciones óptimas para este proceso, tanto del punto de vista económico como químico-físico, es necesario establecer una relación de compromiso entre las diferentes condiciones de operación empleadas. Por otro lado, también es factible la preparación de carbones activados por activación “química” de semillas y cáscaras de frutas. Adicionalmente, es necesario tener en cuenta que para algunas aplicaciones específicas es conveniente que los carbones activados posean determinada acidez, lo cual se puede alcanzar con este tipo de activación. En la Tabla 4 se ejemplifican los resultados de la activación “química” de algunas de las materias primas estudiadas bajo diferentes condiciones de operación.

Carbones activados de:	% H ₃ PO ₄ (p/p)	T (°C)	t (min.)	Ra (%)	Iy (mg/g)
Cáscaras del fruto de la caoba africana	50	300	60	43	501
	50	500	60	36	832
	50	500	120	34	500
	30	500	60	39	442
Tusa de maíz	85	400	30	68	386
	85	500	30	50	600
	85	500	120	40	590
	30	500	30	60	300
Caoba hondureña	50	500	120	33	470
Semillas de mamey	50	300	90	36	570
Semillas de guayaba	50	500	120	34	300
Bagazo de caña de azúcar	40	500	60	22	590

Tabla 4. Activación “química” de algunas de las materias primas estudiadas en diferentes condiciones de operación. (Ra: rendimiento del proceso de activación “química”; Iy los valores de índice de Yodo)

De los datos reflejados en la Tabla anterior, se puede observar que para las tusas de maíz y las cáscaras del fruto de la caoba africana con el aumento de la temperatura aumenta la capacidad de adsorción de los carbones activados obtenidos, pero baja considerablemente el rendimiento, lo cual ya se había establecido en el punto anterior. Otro aspecto de gran interés es que la concentración del agente activante ejerce poca influencia sobre el rendimiento, no siendo así sobre la capacidad de adsorción donde la influencia es más notable. Como se reporta por otros autores, en las tusas de maíz solo se logra una capacidad de adsorción elevada con una concentración de H_3PO_4 superior al 80%, lo que califica a esta materia prima desde el punto de vista económico como poco factible para la preparación de carbones activados por activación química, independientemente de su alta disponibilidad durante las cosechas. En la tabla 4 también se muestran las mejores condiciones de rendimiento y capacidad de adsorción para los carbones activados obtenidos a partir de otras materias primas estudiadas, Los datos anteriores son el resultado de un diseño experimental de 3^2 . En el caso de las semillas de guayaba no se obtuvo un desarrollo apreciable de la superficie específica.

Partiendo del criterio de que la activación “física” con vapor de agua se realiza a temperaturas elevadas, y utilizando solo un criterio termo-económico se seleccionó para la preparación de carbones activados por esta vía al grupo de semillas y cáscaras que son los que presentan mejores rendimientos a altas temperaturas. Sin embargo, varios autores reportan la activación “física” de maderas y residuos agrícolas con una superficie específica relativamente alta aunque de baja resistencia mecánica a partir del criterio de la alta disponibilidad de estos recursos en una determinada región. ^(6, 5, 8)

Como medida del grado de activación se utilizó la conversión (C), obtenida bajo diferentes condiciones de trabajo. Cuando la conversión es inferior al 50% se obtienen carbones activados microporosos; si es mayor que el 75 %, los carbones activados son macroporosos y cuando la conversión esta entre el 50 y 75% el producto obtenido posee una mezcla de micro y macro poros. En la tabla 5 se muestran los datos de conversión y los correspondientes índices de yodo para diferentes materias primas, representantes de los tres grupos estudiados.

Semillas de mamey		Cáscaras de Coco		Cáscaras del fruto de la caoba africana		Tusas de maíz	
C (%)	Iy	C (%)	Iy	C (%)	Iy	C (%)	Iy
8	<300	10	<300	10	<300	7	400
20	490	17	<300	20	<300	20	520
28	487	25	<300	50	<300	25	600
44	828	30	428	60	420	30	612
48	900	32	860	67	492	38	650
52	934	40	920	80	489	47	530
70	310	50	990	85	400	55	<300
80	<300	88	912	90	<300	80	<300
95	<300	95	<300	95	<300	95	<300

Tabla 5. Conversión (C) e índices de yodo (Iy) durante la preparación de carbones activados a partir de diferentes materias primas estudiadas.

En la Tabla 5 se observa como varía la conversión, asociada a las mayores capacidades de adsorción, valoradas a partir del índice de yodo, para cada una de las materias primas. A partir de esta tabla se construyó la Figura 3, en la cual se ejemplifica la influencia de la conversión sobre los índices de yodo de algunas de las materias primas estudiadas

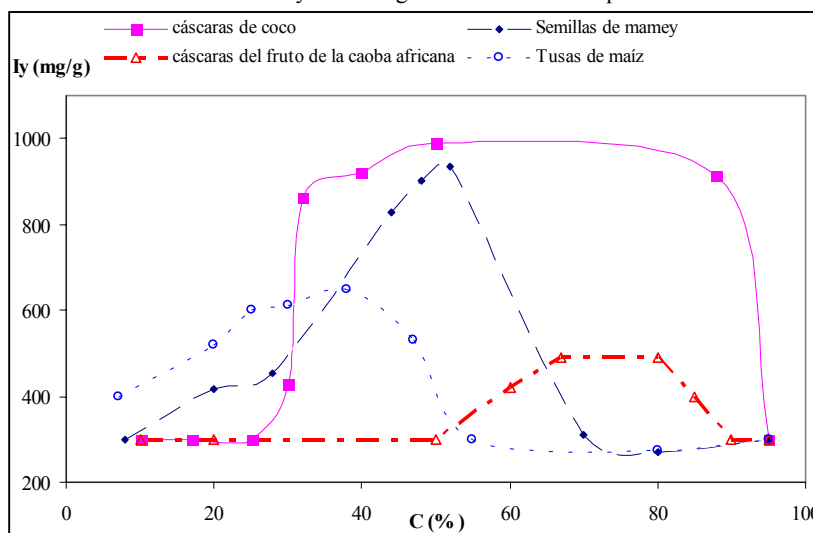


Figura 3. Influencia de la conversión sobre la capacidad de adsorción de los carbones activados preparados mediante activación “física” con vapor de agua de diferentes materias primas.

Como se observa en la Tabla 5 y Figura 3, las cáscaras del fruto de la caoba africana y las tusas de maíz los índices de yodo son relativamente bajos en comparación con las semillas de mamey y las cáscaras de coco. Esta observación, unida al hecho de que las dos primeras materias primas mencionadas poseen bajos rendimientos de la pirólisis a altas temperaturas y poca

resistencia mecánica del char indican que la factibilidad de obtención de carbones activados por vía “física” a partir de las mismas es baja. Si embargo, esto no excluye la posibilidad de la realización de esta activación si se tiene gran disponibilidad de éstos, lo cual permitiría que se puedan obtener carbones activados con una superficie específica moderada para su uso en aplicaciones que no exijan elevadas áreas superficiales y una gran resistencia mecánica como pueden ser el tratamiento de aguas residuales o decoloraciones de algunas soluciones industriales. Los carbones activados obtenidos por vía “física” a partir de la cáscara de coco y las semillas de mamey presentan un alto índice de yodo, esto se debe principalmente al hecho de que la morfología del material permite el sometimiento del mismo a altas temperaturas de pirólisis durante mayores tiempos de activación lo cual favorece la formación de mayor cantidad de microporos y la obtención de carbones activados de buena calidad.

CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo permiten concluir que es factible preparar carbones activados a partir de diferentes fuentes renovables tropicales.

El estudio de la influencia de diferentes criterios sobre la factibilidad de preparar de carbones activados a partir de estos precursores indica que tanto para las maderas como para los residuos agro-industriales es más recomendable el empleo de la activación “química” partiendo de criterios termo-económicos, en cambio para las semillas y cáscaras de frutos como la caoba africana la variante más adecuada resultó ser la activación “física” teniendo en cuenta la calidad de los productos preparados a partir de éstos.

REFERENCIAS

1. Bansal, R. C.; Donnet, J. B.; Stoeckli, F. *Active Carbon*, Ed. Marcel Decker, New York, **1988**.
2. Blanco Castro, J.; Bonelli, P. R.; Cerella, E. G.; Cukierman, A. L. “Activación química del bagazo de caña de azúcar para la obtención de carbones activados” *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 3, 2, 41-44, **1999**.
3. Heschel W.; Klose, E. “On the Suitability of Agricultural By-product for the Manufacture of Granular Activated Carbon”. *Fuel*, 74, 12, 1787-1791, **1995**.
4. Satya Sai, P. M.; Ahmed, J.; Krishnaiah, K. “Production of Activated Carbon from Coconut Shell Char in a Fluidized Bed Reactor”. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 36, 3625-3630, **1997**.
5. Scott, C. E.; Rosario, J. L.; Acevedo, J. C.; Bolívar, C.; García, L. “Preparación de carbones activados a partir de desechos de maíz”. *Informe de investigaciones Programa CYTED Adsorbentes y Catalizadores*, Universidad Central de Venezuela, **2000**.
6. Tancredi, N.; Cordero, T.; Rodríguez-Mirasol, J. J.; Rodríguez, J. J. “Activated Carbons from Uruguayan Eucalyptus Wood”. *Fuel*, 75, 15, 1701-1706, **1996**.
7. Villegas Aguilar, P. J.; Bonelli, P. R.; Cassanello, M. C.; Cukierman, A. L. “Preparación de carbón activado a partir de residuos agrícolas de la caña de azúcar y distintos agentes activantes” *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 3, 2, 33-36, **1999**.
8. Villegas Aguilar, P. J.; Medina Alvarez, B. F, de las Posas del Rio. C. E, Bucki Wasserman, B. “Preparación de carbones activados a partir de fuentes renovables” *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 5, 1, 06.01-06.07, **2001**.
9. Villegas Aguilar, P. J.; Bonelli, P. R.; Casanello, M. C.; Cukierman, A. L. “Sugar Cane Mill Fibrous Wastes Gasification: on the Feasibility for the Manufacture of Granular Activated Carbon”. *Proceeding of the Sixth Asian Pacific International Symposium on Combustion and Energy Utilization (APISCEU), organized by the Institute of Engineering Thermo-physics, Chinese Academy of Sciences and the Faculty of Mechanical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia*, Kuala Lumpur, Malaysia, may **2002**.
10. Zanzi, R. “Pyrolysis of Biomass”, *Philosophical Doctor Dissertation*. Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, **2001**.

ABSTRACT

The optimal use biomass resources from the human activity is a great concern aspect for scientific and producers, because there are considerable volumes of these, being most of these uncontrolled burnt, affecting considerably the fertility of the soils. At the same time, they are dedicated to the animal feeding, having many of them a scarce nutritious value. In this work, the influence of different approaches on the feasibility of preparing activated carbons from tropical renewable precursors is studied. It was evaluated the possibility to prepare them by “physical” processes with steam water and “chemical” ones with phosphoric acid fundamentally. It was determined that for wood and agro-industrial residues was more feasible the use of the “chemical” activation from thermo economical considerations, on the other hand, for seeds and shells of fruits the most appropriate way was “physical” activation keeping in mind the quality and morphology of the prepared products from these.

Key words: activated carbon preparation, pyrolysis, activation, adsorption, biomass resources.