



CARBON ACTIVADO A PARTIR DE RESIDUOS FORESTALES

Dr. Néstor Tancredi

Depto. de Fisicoquímica - Facultad de Química Universidad de la República (URUGUAY)

Dr. Tomás Cordero y Dr. Juan J. Rodríguez Jiménez

Depto. de Ing. Química - Facultad de Ciencias Universidad de Málaga (ESPAÑA)

ABSTRACT

Activated carbons were prepared from Uruguayan eucalyptus sawdust, a waste from forestry and wood industry, by using CO₂ and steam gasification. The present situation of activated carbon market in Uruguay is analysed, in terms of quantities, prizes and the origin of the commercial carbons. For the carbons prepared, the evolution of yield with time, and BET areas, bulk density and porous evolution with increasing burnoff are compared. Conditions for the preparation of an activated carbon with adequate characteristics for commercial applications are given.

keywords: wood, activated carbon, charcoal, gasification, porosity

INTRODUCCION

El incremento de la producción forestal en Uruguay en los últimos años, ha determinado el aumento del volumen de residuos, bajo la forma de aserrín o trozos de madera, tanto a nivel de aserraderos como en el propio monte. Teniendo en cuenta la proyección futura de esta industria, cuyo crecimiento tendría un pico dentro de cinco años (1), es de interés la búsqueda de posibles usos a estos residuos, en especial los derivados de

aserraderos, ya que los de monte hacen un innegable aporte nutricional al suelo.

Algunas de las aplicaciones actuales incluyen su quema directa como combustible o la preparación de briquetas con el mismo fin. La variante que se estudia en este artículo es su uso como precursor en la preparación de carbón activado, un material importado en su totalidad en el Uruguay, de uso variado como adsorbente, decolorante y en general para el tratamiento de aguas y gases (2). En el estudio se incluye su



ANÁLISIS QUÍMICOS PARA LA INDUSTRIA
PRODUCTOS QUÍMICOS ESPECIALES
DESARROLLO DE PRODUCTOS
EQUIPAMIENTO

Irlanda 2033
Tels: 5076616 - 5076058
Fax: 5070155

De nuestra línea de equipos destacamos en esta oportunidad:

- **Celsis - Lumac** - Monitores microbiológicos en tiempo real para uso industrial y de laboratorio, en superficies: agua, jugos, carnes, lácteos, cosméticos, integrables a programas HACCP.
- **Datatrace** - Monitores de temperatura, sin cable, programables, con almacenamiento de datos y reloj, certificados NIST, ideales para seguimiento de procesos.
- **CEM** - Monitores por microondas de % de humedad / % de sólidos o cenizas.

Monitor Database FRB

Temperatura (presión):

- 40 85°C (0.5°C)
- 10 150°C (0.5°C)
- 100 360°C (0.5°C)

Memoria:

- 1000 mediciones

1.4"

1.7"

0.9 x 5"



preparación y determinación de sus propiedades más importantes desde un punto de vista práctico.

MERCADO ACTUAL EN EL PAIS

Las características del consumo de carbón activado en el país pueden estimarse a partir de los datos de volúmenes importados y precios de importación, que se muestran en los siguientes cuadros (3). Debe tenerse en cuenta que el precio de importación es solamente indicativo del precio real con que se ofrece en plaza, que es sensiblemente superior.

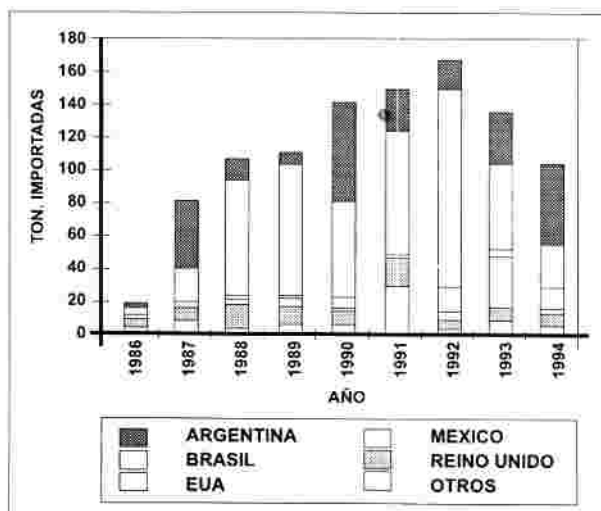


Fig. 1. Cantidad de carbón activado importado: 1986-1994

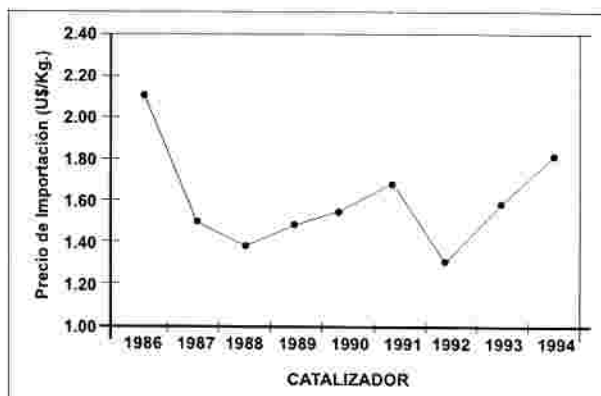


Fig. 2. Precio promedio de importación de carbón activado

En los últimos años, los volúmenes se han situado entre las 100 - 170 ton anuales. Los precios son muy variables y dependen del origen; en general los mayores volúmenes corresponden a Argentina y Brasil, con alguna presencia de México; en los tres casos se trata de los productos de menor precio del mercado.

METODO DE PREPARACION

Tradicionalmente, existen dos vías para la preparación de carbón activado, llamadas vía química y vía física (2). En la primera, la materia prima se mezcla con algún tipo de sustancia que favorezca la deshidratación (ácido sulfúrico, ácido fosfórico, cloruro de zinc), y se calienta en atmósfera inerte a temperaturas moderadas, del orden de 500°C o menos. En el método físico, se trabaja en dos etapas; en la primera se lleva a cabo una carbonización (pirólisis) del precursor, obteniendo un producto inicial (carbonizado o carbón vegetal, si se trata de madera). Este carbonizado se gasifica luego a temperaturas superiores a 750°C con anhídrido carbónico o vapor de agua, produciéndose las reacciones siguientes:



En cualquiera de los métodos se busca la formación de poros, que aumenten el área superficial interna y por lo tanto la capacidad de adsorción del carbón.



EQUIPO, MATERIALES Y METODO UTILIZADOS

Se trabajó con madera de Eucalyptus Grandis, una de las variedades principales de eucalipto cultivadas en el país. Se utilizó aserrín de tamaño 0.5-0.8 mm.

La preparación se realizó según el método físico, carbonizando la madera a distintas temperaturas (400°C, 600°C y 800°C) y gasificándola luego con CO₂ o H₂O (v). Se utilizó un horno tubular horizontal, programado para calentar la muestra a razón de 10°/min hasta alcanzar la temperatura deseada. Para la carbonización se trabajó bajo flujo de N₂, con muestras del orden de 10 g de aserrín, manteniendo 2 h a la temperatura deseada y enfriando luego en la misma corriente. Para la activación, se trabajó en corriente de CO₂, manteniendo a 800°C durante distintos períodos de tiempo, y enfriando luego en corriente de N₂. En la activación con vapor de agua, se calentó hasta 750°C o 800°C en corriente de N₂, comenzando a alimentar el vapor de agua al alcanzar la temperatura deseada, y se dejó gasificar durante tiempos distintos en diferentes ensayos, enfriando luego en corriente de N₂.

Tanto el material de partida como los productos fueron sometidos a distintos análisis a fin de conocer su composición, área superficial y estructura porosa (4).

RESULTADOS

La tabla 1 muestra las características de la madera y los carbonizados (cuya temperatura de carbonización se indica junto a la letra C):

MUESTRA	REND.(%)	CENIZAS(%)	C (%)	N (%)	H (%)	O (%)
Madera	0.3	47.2	0.1	6.0	46.7	
C400	31	1.0	76.7	0.1	3.7	19.5
C600	25	1.4	89.2	0.1	2.0	8.5
C800	23	1.9	90.3	0.1	2.1	7.5

Tabla 1. Características de madera y carbonizados (base seca)

Como puede observarse, la madera tiene muy bajo contenido en cenizas, dato importante para la preparación de carbón activado, ya que el producto será de alta pureza. A medida que aumenta la temperatura de carbonización, se observa el aumento paulatino del contenido en cenizas como consecuencia de la pérdida de heteroátomos, así como el aumento del porcentaje de carbono.

La variación del rendimiento global (masa de carbón activado con respecto a masa de madera



TECNICA DEL PLATA LTDA.
MERCK

NUEVE
AÑOS
JUNTO A
MERCK

TECNICA DEL PLATA LTDA. agradece la confianza y el apoyo que nos dispensa MERCK QUIMICA ARGENTINA S.A.I.C. como su importador autorizado para toda la línea de laboratorio. E. MERCK DARMSTADT de Alemania y E.M. SCIENCE de U.S.A. • REACTIVOS • SOLVENTES PPA • HPLC • ANALISIS DE RESIDUOS • ACCESORIOS PARA CROMATOGRAFIA (placas, cromatofolios) • ANALISIS MOVILES DE AGUA Y EFLUENTES (Merckoquant, Microquant, Aquamerck, Spectroquant, Aquaquant, Refectoquant) MEDIOS DE CULTIVO • TODA LA LINEA MERCK-VWR (USA) (equipos, consumibles, filtros, etc.) Además, contamos con material de vidrio y porcelana. Con nuestro anhelo de continuar entregando calidad para su tranquilidad.

DURAZNO 1574 - Tels.: 402 2942 / 3042 - Fax : 409 6716 - MONTEVIDEO - URUGUAY



inicial) con respecto al tiempo, a una temperatura de activación de 800°C, se muestra en la Fig. 3:

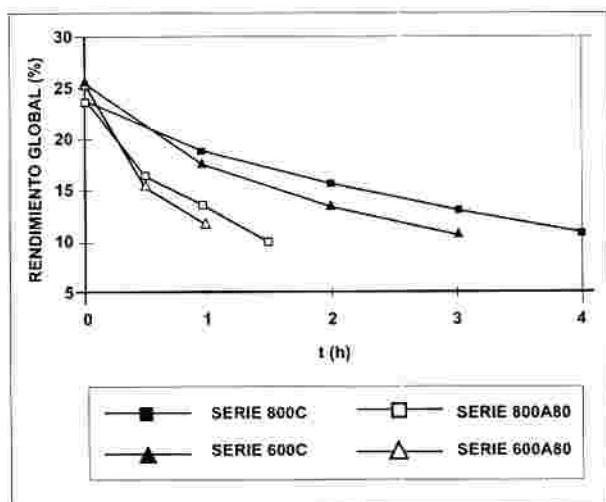


Fig. 3. Evolución del rendimiento global en función del tiempo

Como es usual, se comprueba la mayor velocidad de reacción del vapor de agua (aproximadamente 3 veces mayor que para el CO₂) (5). La evolución del área superficial, medida como área BET, por gramo de carbonizado) y del volumen de microporos (donde se concentra la mayor parte del área debido a su menor ancho), se muestran en la Fig. 4.

En ambos casos el parámetro se refiere a la masa inicial de carbonizado, y se grafica en función de un parámetro muy utilizado para los carbones activados, el Burnoff o "porcentaje de quemado", medida del porcentaje de carbonizado que ha sido gasificado.

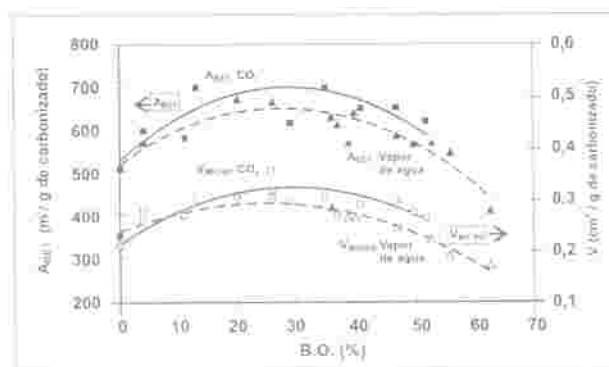


Fig. 4. Evolución del área BET y el volumen de microporo para los distintos carbones activados preparados

Como se observa, tanto las áreas como los volúmenes de microporo tienen un máximo cerca del 30 % de burnoff. Esto implica entre 0.5 y 2.5 horas de activación, según el carbonizado de partida y el agente gasificante: el tiempo se reduce cuando se utiliza vapor de agua, una mayor temperatura de gasificación y una menor temperatura de carbonización.

Más allá de ese valor de burnoff, la activación se traduce en un ensanchamiento de los poros (formación de mesoporos) y creación de macroporos. En la última figura que se presenta, se muestran los resultados de área BET y densidad aparente, para los carbones preparados.

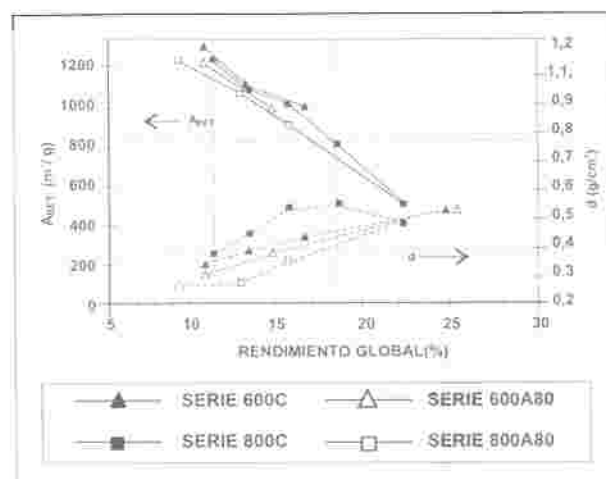


Fig. 5. Evolución del área BET (línea llena) y de la densidad aparente en mercurio (línea punteada) con el rendimiento global.



Electroquímica
A Sociedad Anónima

Electroquímica S.A.
Magariños Cervantes 1544
Tels.: 487 0512
Fax: (598 2) 487 5047
Montevideo - Uruguay

Prodquim@electroquimica.com
http://www.electroquimica.com.uy

Mas de 50 años
de experiencia
en desinfección
y limpieza

- Hipocloritos de Sodio
- Detergentes
- Limpiadores
- Productos Especiales



Esta última figura permite evaluar prácticamente los productos obtenidos. Se observa que para obtener carbones con área superior a 800 m²/g y densidades aparentes superiores a 0.4 g/cm³ (valores aceptables comercialmente) el rendimiento máximo obtenible es 18% (por encima, disminuye el área). Si se quiere tener un área mayor, puede alcanzarse hasta 1200 m²/g, manteniendo la densidad en 0.4 g/cm³, pero disminuyendo el rendimiento hasta el 12%. Estos valores de rendimiento son usuales para el método físico de preparación (6).

CONCLUSIONES

A partir de madera de eucalipto nacional, se han preparado carbones activados utilizando vapor de agua y anhídrido carbónico como agentes gasificantes.

Si la gasificación es controlada, los productos obtenidos presentan características similares a los comerciales, siendo de utilidad en especial para su aplicación en fase líquida, debido a la presencia tanto de poros de distinto diámetro. Los resultados ameritan un estudio más a fondo de su preparación a mayor escala, donde deberá considerarse la posibilidad de su comercialización en la región, considerando que su consumo a nivel nacional es bajo.

NOTACIÓN

C400, C600, C800:

carbonizados preparados a 400, 600 y 800°C.

800C, 600C:

carbones activados con CO₂ a 800°C, partiendo respectivamente de los carbonizados C800 y C600.

800A80, 600A80:

carbones activados con vapor de agua a 800°C, partiendo respectivamente de los carbonizados C800 y C600.

AGRADECIMIENTOS

Los siguientes organismos dieron apoyo económico para la realización de este trabajo:

- Agencia de Cooperación Iberoamericana
- DGICYT (España)
- CSIC y PEDECIBA (Uruguay)
- UNESCO.

BIBLIOGRAFÍA:

(1) Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Secretaría General de la OEA, Washington D.C. "Uruguay: Alternativas para la transformación industrial del recurso forestal". Dirección Forestal, MGAP, Fondo Nacional de Preinversión, Montevideo, 1996.

(2) R. C. Bansal, J. B. Donnet, F. Stoeckli. "Active Carbon". Marcel Dekker Inc., New York, 1988.

(3) Datos proporcionados por el Departamento de Asesoría Técnica del Banco de la República Oriental del Uruguay, 1998.

(4) N. Tancredi. "Preparación y Caracterización de Carbón Activado a partir de Madera de Eucalipto". Tesis de Doctorado. Facultad de Química de la Universidad de la República Oriental del Uruguay, 1995.

(5) F. Rodríguez Reinoso, M. Molina Sabio, M. González. Carbon, 33(1), 15-23, 1995.

(6) R. E. Kirk y D. E. Othmer. "Encyclopedia of Chemical Technology". 3rd. edition, Vol. 4. Wiley & Sons, 1978.