

BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR: ENSAYOS PRELIMINARES PARA SU EMPLEO EN LA PRODUCCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO

P. J. Villegas*, P.R. Bonelli, M.C. Cassanello, A.L. Cukierman

Programa de Investigación y Desarrollo de Fuentes Alternativas de Materias Primas y Energía (PINMATE),
Departamento de Industrias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires. Ciudad
Universitaria, 1428, Buenos Aires, Argentina. - Fax: (+54-1) 784 0208 - email: analea@di.fcén.uba.ar

* Centro de Estudio de Termoenergética Azucarera (CETA), Facultad de Ingeniería Mecánica, Universidad
Central de Las Villas, Santa Clara, 54830, Cuba.
Fax: (+53) 422 81608 - email: ceta@ucentral.quantum.inf.cu

RESUMEN

Se estudia la preparación de carbones activados empleando bagazo de caña de azúcar, como materia prima, mediante pirólisis y activación con bajas concentraciones de oxígeno, diferentes temperaturas y tiempos de activación. Se analizan las características de los adsorbentes preparados en las distintas condiciones de operación, a partir de la evaluación de su capacidad de adsorción. Con este propósito, se determinan las isothermas de adsorción de nitrógeno a 77 K y se calculan las áreas específicas. Las condiciones de activación afectan la calidad del producto obtenido.

INTRODUCCION

El carbón activado es un material con alta capacidad de adsorción, extensamente utilizado para el tratamiento de efluentes tanto líquidos como gaseosos. En la industria azucarera que utiliza caña de azúcar como materia prima, se lo emplea como adsorbente para eliminar impurezas coloreadas, pigmentos y cenizas de las soluciones de azucaradas durante el refinado. En este sentido, la obtención de carbón activado a partir de bagazo de caña es de gran interés dado que permite simultáneamente disponer de un residuo y obtener un producto de mayor valor agregado reutilizable en la refinería. Sin embargo, la preparación de carbones activados a partir de residuos de la industria azucarera ha sido poco investigada (Ruiz y Rolz, 1971; Girgis y col., 1994). Más aún, el método generalmente empleado ha sido el conocido como "activación química", que requiere del tratamiento del bagazo con ácidos inorgánicos que luego del proceso de activación deben ser eliminados cuantitativamente del producto obtenido para evitar que el mismo acidifique las soluciones a clarificar.

El método más difundido de preparación de carbones activados a partir de recursos biomásicos suele denominarse "activación física". Este consta de dos etapas, la pirólisis o devolatilización del residuo para obtener un sólido con alto contenido de carbono fijo y la posterior activación del mismo utilizando un agente oxidante débil, como vapor de agua o CO₂ (Bansal, 1988). Una alternativa interesante a los fines de disminuir los costos de proceso consiste en utilizar como oxidante aire empobrecido en O₂.

En este trabajo se ensaya a nivel laboratorio la posibilidad de producir carbones activados a partir de bagazo de caña por activación física, utilizando bajas concentraciones de O₂ como oxidante. Se analiza fundamentalmente la influencia de la temperatura y del tiempo de activación sobre las características del producto obtenido.

PARTE EXPERIMENTAL

Se pirolizan muestras de bagazo de caña de azúcar del Central Azucarero "Luis Arcos Bergnes" del Municipio Camajuaní de la Provincia de Villa Clara, Cuba, previamente secadas. Esta primera etapa se lleva a cabo en un reactor de lecho fijo inertizado con circulación de N₂ y calefaccionado eléctricamente a 550°C durante 90 minutos. El char obtenido se muele y tamiza a fin de trabajar con una fracción de diámetro de partícula uniforme en los ensayos de activación.

El análisis próximo, que permite caracterizar químicamente tanto las muestras de biomasa cañera como el char producido a partir de ellas, se realizó según técnicas standard.

La activación de los chars se realiza en un reactor diferencial escala laboratorio, empleando dos fracciones de diámetro de partícula comprendidos entre 0.25 - 1x10⁻³ m y concentraciones de oxígeno de 1 y 2% v/v como agente activante. Las experiencias se llevaron a cabo a las temperaturas de 350, 375 y 400 °C, tiempos de activación entre 10 y 120 min., masas de muestra de aproximadamente 5x10⁻⁴ kg y un alto caudal de gas reactivo para asegurar que la resistencia a la transferencia de materia en película externa sea despreciable.

El reactor calefaccionado a la temperatura de trabajo se alimenta con el char bajo una corriente de nitrógeno para inertizar el sistema; se conecta luego el aire de manera de lograr la concentración de oxígeno deseada. Una vez transcurrido el tiempo de activación, se detiene la reacción y se descarga el lecho con una corriente de N₂; se pesa el sólido para evaluar el nivel de conversión alcanzado.

La alta capacidad de adsorción de los carbones activados está dada por su superficie específica. En este trabajo, ésta se evalúa a partir de la determinación de las isotermas de adsorción de N₂ a 77 K utilizando un sortómetro Micromeritics Gemini 2360.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1, se detalla la composición del residuo virgen y pirolizado. El pequeño contenido de cenizas que caracteriza al bagazo lo hace conveniente para ser utilizado en la preparación de carbones activados.

Tabla 1. Análisis próximo de las muestras.

Materia prima	% Volátiles (l/h)	% Carbono fijo (l/h)	% Cenizas (l/h)
Bagazo	84.9	12.3	2.8
Char	15.6	73.6	10.8

l/h: libre de humedad.

Las isotermas de adsorción de los carbones activados preparados a 375°C para distintos tiempos de activación se ejemplifican en la Figura 1; en la misma figura se incluye la isoterma del residuo pirolizado, con fines comparativos. Los volúmenes adsorbidos aumentan considerablemente como consecuencia de la activación y son mayores al incrementar el tiempo de reacción.

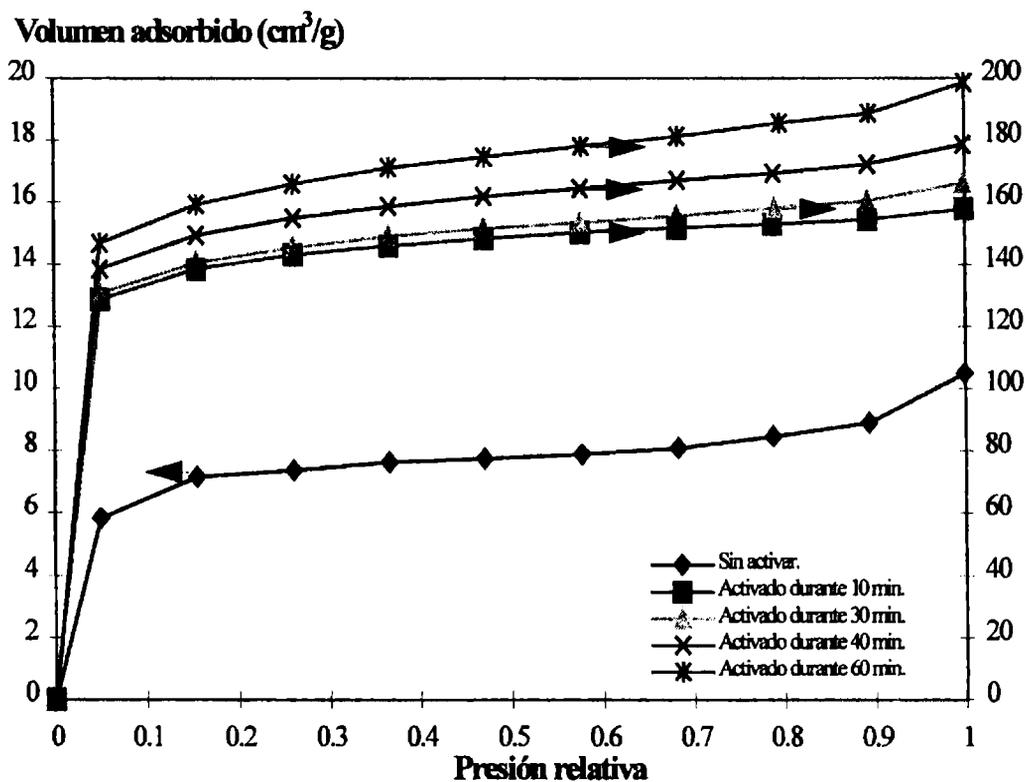


Figura 1. Isotermas de adsorción de N₂ a 77 K sobre los carbones activados preparados empleando el char de bagazo de caña de azúcar (500<dp<1000 μm) a T = 375°C, C(O₂) = 2% v/v y distintos tiempos de activación.

Se evaluaron las áreas específicas de los carbones activados obtenidos en las diferentes condiciones de operación mediante el procedimiento de BET (Gregg y Sing, 1982). La Figura 2 muestra la variación del área específica con la conversión para las temperaturas empleadas. A las temperaturas inferiores y valores de conversión mayores del 20%, las áreas específicas desarrolladas no varían significativamente con el transcurso de la activación. Los máximos valores alcanzados son de aproximadamente 5x10⁵ m²/kg. En cambio, para la temperatura más alta, el incremento del área sigue una tendencia lineal con la conversión, obteniéndose un producto cuya área específica supera los 6.5x10⁵ m²/kg.

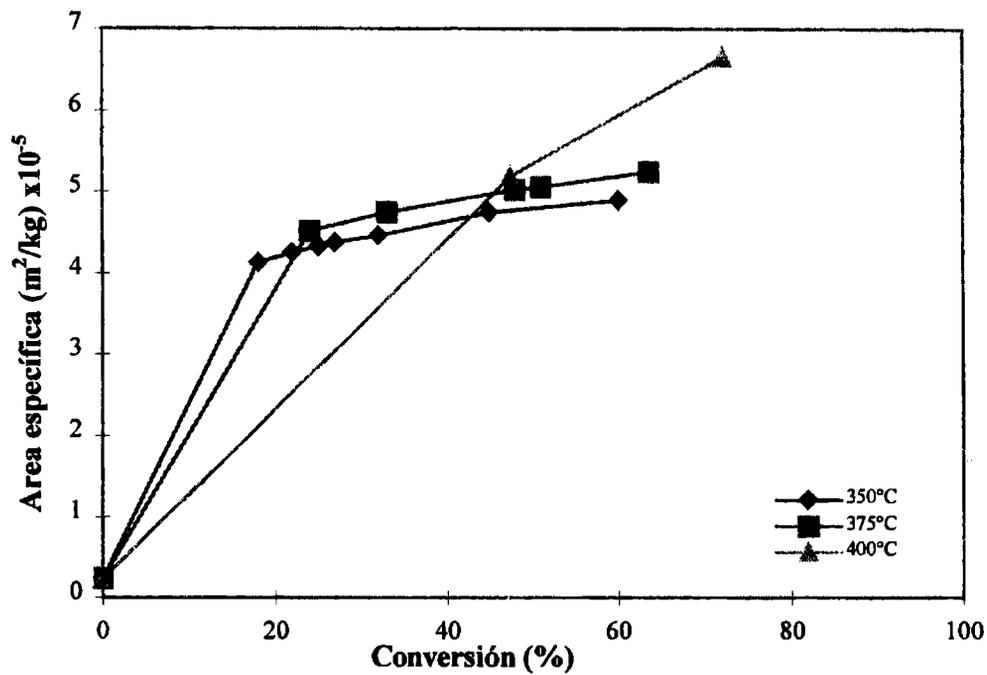


Figura 2. Efecto de las condiciones de activación sobre el desarrollo de área específica de los carbones activados preparados a partir del char de bagazo de caña de azúcar ($500 < dp < 1000 \mu m$) con aire diluido (2% de O_2).

Además, se analizaron las influencias del tamaño de partícula y de la concentración de oxígeno sobre la capacidad de adsorción de los carbones activados, ilustradas en las Figuras 3 y 4, respectivamente.

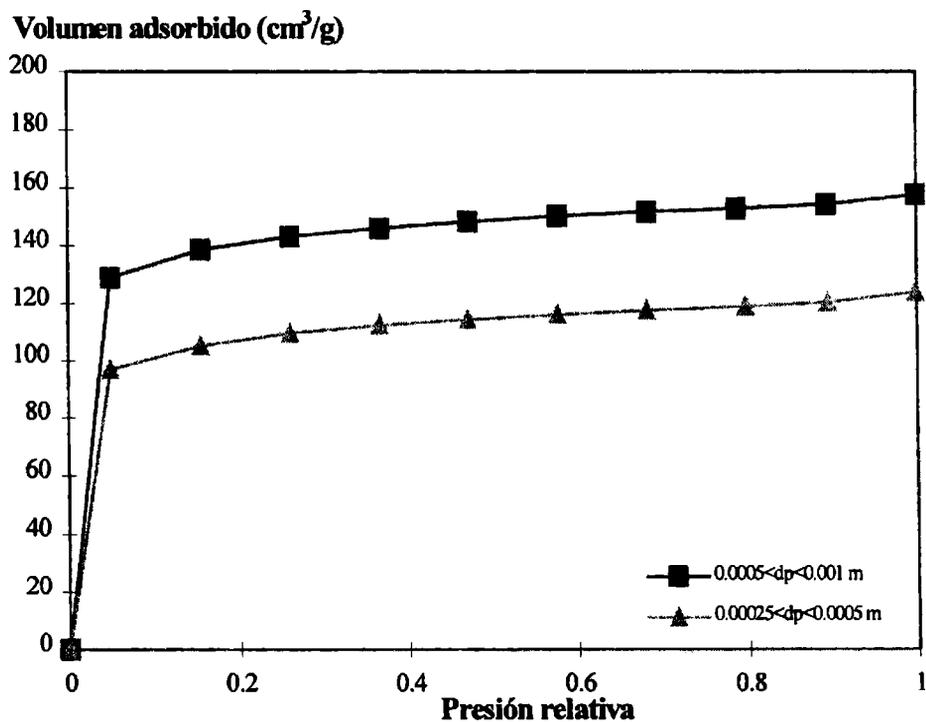


Figura 3. Efecto del tamaño de partícula sobre los volúmenes adsorbidos de los carbones activados preparados a partir del char de bagazo de caña de azúcar con aire diluido (2% de O_2) a $375^\circ C$ durante 10 min.

Se encuentra que el empleo de partículas de mayor diámetro conduce a adsorbentes de mejor calidad para iguales condiciones de operación.

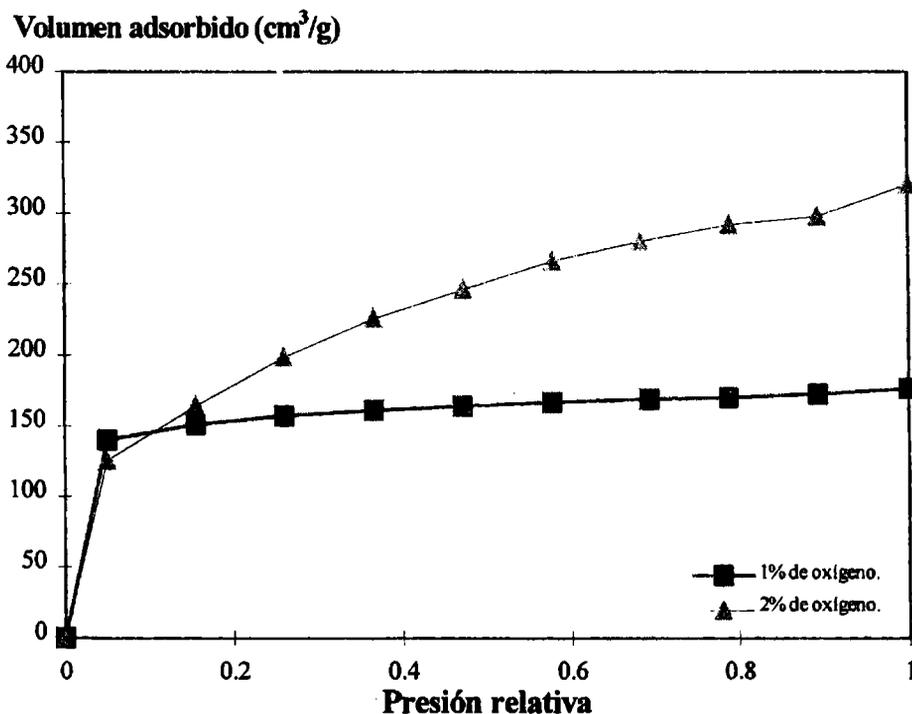


Figura 4. Efecto de la concentración de oxígeno sobre las isothermas de adsorción de los carbones activados preparados a partir del char de bagazo de caña de azúcar ($500 < dp < 1000 \mu m$) con aire diluido a $400^{\circ}C$ durante 20 min.

Como puede apreciarse en la Figura 4, la disminución de la concentración de oxígeno modifica la forma de la isoterma de adsorción, sugiriendo que se obtienen productos conformados por matrices porosas diferentes.

CONCLUSIONES

Los ensayos realizados indican que el bagazo de caña de azúcar resulta una materia prima conveniente para la preparación de carbones activados, utilizando aire empobrecido como agente activante. La calidad de estos adsorbentes depende de las condiciones de operación empleadas en la gasificación del residuo pirolizado.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo económico de la Universidad de Buenos Aires y el CONICET. El Lic. Pedro Villegas desea agradecer a la CEE por la beca de entrenamiento otorgada (Project No. 5.0075.9) para realizar este trabajo en el PINMATE (Argentina).

REFERENCIAS

- Ruiz, M. Rolz, C., Activated Carbon from Sugar Cane Bagasse, *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Develop.*, **10**, 4, 429-432 (1971).
- Girgis, B. S., Khalil, L. B., Tawfik, T. A. M., Activated Carbon from Sugar Cane Bagasse by Carbonization in the Presence of Inorganic Acids, *J. Chem. Tech. Biotechnol.*, **61**, 87-92 (1994)
- Bansal, R. C., Donnet, J. B., Stoeckli, F., *Active Carbon*, Marcel Decker, New York (1988).
- Gregg, S. J., Sing, K. S. W., *Adsorption Surface Area and Porosity*, Academic Press Inc., London (1982).