

# ADSORCION DE BENCENO Y CO<sub>2</sub> EN CARBON ACTIVADO

M. Autié Pérez, F. Márquez Montesino\* y C. de las Pozas del Río.

Laboratorio de Zeolitas, Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Avenida 25 y 158, Playa, Apartado Postal 6990, Ciudad de La Habana

\*Universidad de Pinar del Río, Calle Martí No. 270, esquina a 27 de Noviembre, Pinar del Río, Cuba.

Recibido: 16 de octubre de 1997.

**RESUMEN.** Se determinó la adsorción de CO<sub>2</sub> y benceno en un carbón activado en forma de píldoras y se comparó con uno de uso industrial y con otro estudiado por Dubinin. Se encontró que la adsorción no resulta alterada cuando el carbón es convertido en píldoras y que el adsorbente posee poros con radios efectivos cercanos a los 3,5 y 5,85 Å .

**ABSTRACT.** The adsorption of CO<sub>2</sub> and benzene on activated carbon in pellets form were determined. They were compared with those of an industrial carbon and with another one in carbon which was studied by Dubinin. It was found that adsorption was not altered by pelletization, and it was shown that carbon has pores with effective diameters about 3,5 and 5,85 Å .

## INTRODUCCION

Como es conocido los carbones activados tienen múltiples aplicaciones, desde la clarificación de líquidos hasta la separación selectiva de componentes en mezclas líquidas y gaseosas.<sup>1-6</sup> En este último caso, frecuentemente están presentes el CO<sub>2</sub>, el vapor de agua y diversos tipos de vapores orgánicos, por eso es de interés conocer el comportamiento de estos adsorbentes ante estos tipos de compuestos, el primero con un fuerte momento de cuadrupolo, la segunda polar y los orgánicos que pueden ser apolares.

En función del objetivo a que estén destinados estos materiales, se escoge la materia prima y el correspondiente proceso tecnológico de obtención.<sup>7-10</sup>

El presente trabajo se propuso estudiar la adsorción de benceno y CO<sub>2</sub> en un carbón activado de aserrín de madera de pino tropical (CAAP-2) y compararla con la correspondiente al DIAHOP (DIAJ) utilizado en procesos de decoloración y con la del microporoso MSC5A estudiado por Dubinin,<sup>11</sup> ambos de procedencia japonesa.

## MATERIALES Y METODOS

El carbón, cuya forma de obtención se conoce,<sup>12</sup> fue llevado a píldoras de 1 mm de diámetro por 3 mm de largo. Las isotermas de adsorción de benceno del CAAP-2 y el DIAJ, se obtuvieron según procedimientos establecidos,<sup>12</sup> y las de CO<sub>2</sub>, se determinaron en un sistema volumétrico clásico de adsorción construido al efecto.

Dos gramos de muestra se activaron durante 15 h a 623 K y 0,6 Pa. Posteriormente, se enfriaron hasta temperatura ambiente y por último, se colocaron en un termostato a 273 K para obtener la isoterma a esa temperatura.

En el CAAP-2 y el DIAJ, las isotermas experimentales,  $N_{ads} = f(Pe/Pv = Pr)$  para el benceno y  $N_{ads} = f(Pe)$  en el caso del CO<sub>2</sub>, se ajustaron al modelo de Dubinin y a ellas, se calcularon las adsorciones máximas (Am), los volúmenes de poros (Vp) y las energías características (Ec). Para el MSC5A los resultados se obtuvieron procesando los datos reportados por Dubinin.<sup>11</sup>

## RESULTADOS Y DISCUSION

En las figuras 1 y 2 se muestran las isotermas correspondientes al benceno y CO<sub>2</sub> a 293 y 273 K respectivamente

en las muestras analizadas. En las figuras 3 y 4 se tienen las mismas isotermas, pero en coordenadas de Dubinin.

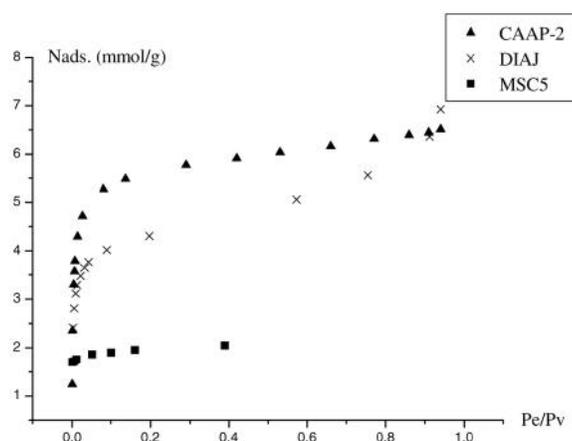


Fig. 1. Isotermas de adsorción de benceno en carbones.

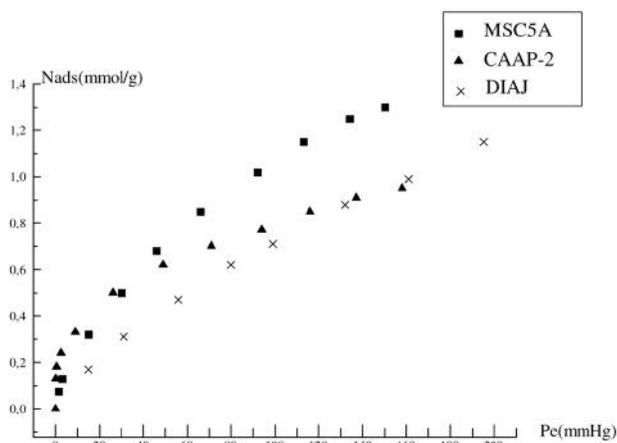


Fig. 2. Isotermas de adsorción de CO<sub>2</sub> en carbones.

En las tablas 1 y 2 se muestran los valores de Am, Vp y Ec para el benceno y el CO<sub>2</sub> respectivamente.

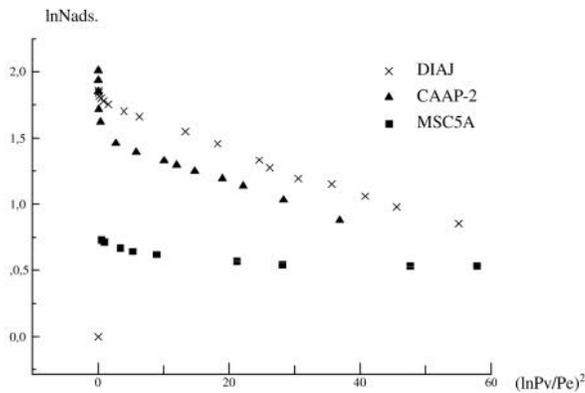


Fig. 3. Isotermas de adsorción de benceno en carbones, en coordenadas de Dubinin.

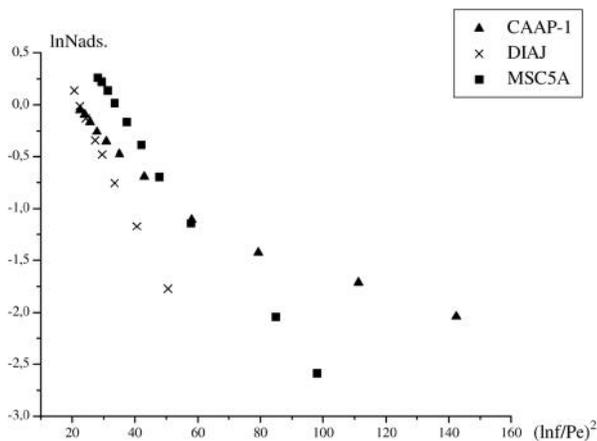


Fig. 4. Isotermas de adsorción de CO<sub>2</sub> en carbones, en coordenadas de Dubinin.

**TABLA I**  
Adsorción máxima, volumen de poros y energía característica del benceno en carbones

Carbón	Am (mmol/g)	Vp (cm <sup>3</sup> /g)	Ec (kJ/mol)
CAAP-2	5,85	0,52	18,74
DIAJ	4,46	0,40	18,95

**TABLA II**  
Adsorción máxima, volumen de poros y energía característica del CO<sub>2</sub> en carbones

Carbón	Am (mmol/g)	Vp (cm <sup>3</sup> /g)	Ec (kJ/mol)
CAAP-2	1,7	0,075	21,9
DIAJ	4,1	0,180	9,0
MSC5A	4,2	0,185	11,00

Se observó (Fig. 1) que tanto el CAAP-2 como el DIAJ presentan una alta adsorción en la zona de bajas presiones relativas, lo que demostró la existencia en ellos de poros con radios efectivos cercanos y superiores al radio cinético del benceno (5,85 Å). Además, la ubicación de la isotermas de ad-

sorción para valores de Pr < 0,2, indicó una fuerte interacción adsorbato-adsorbente típica de la adsorción en los microporos. Una pendiente mayor en el caso del CAAP-2, sugirió que este debe poseer poros con radios cercanos a los 5,85 Å. En cambio, la mayor pendiente en el DIAJ para Pr > 0,2, demostró que este posee poros con radios superiores, pues es conocido que el llenado de los microporos durante la adsorción de benceno transcurre fundamentalmente hasta Pr = 0,2 y el de los micro + supermicroporos hasta Pr = 0,4.<sup>9-10</sup>

El MSC5A por su parte, presentó una baja adsorción de benceno y la N<sub>ads</sub> tendió a la saturación para bajos valores de Pr. Esto indicó que este adsorbente posee un pequeño volumen de microporos con diámetros superiores a los 5,85 Å, por lo que en él la adsorción posiblemente tiene lugar en la superficie exterior o en los mesoporos.

Se dedujo que en el intervalo de presiones estudiado (Fig. 2) la adsorción inicial de CO<sub>2</sub> (Pr < 30 m m) fue superior en el CAAP-2, prueba de una mayor interacción adsorbato-adsorbente al comienzo de la adsorción. Por tener una menor pendiente para valores superiores de Pr debió saturarse antes que los otros dos y además, su capacidad de adsorción debió ser menor.

Se concluyó que la adsorción máxima de benceno y el volumen de poros eran superiores en el DIAJ que en CAAP-2 (Fig. 3 y Tabla I), pero las Ec fueron prácticamente iguales y como esta última es un promedio de la interacción en los micro y supermicroporos, en el CAAP-2 debió haber un mayor peso relativo de los microporos con diámetros efectivos cercanos al diámetro cinético del benceno y en el DIAJ debieron tener un mayor peso los microporos de diámetros mayores. Además, el valor de Am, Vp y Ec para el CAAP-2 es el mismo obtenido al utilizar una fracción más fina,<sup>12</sup> esto demostró que el proceso de conversión a píldoras no afectó la porosidad del adsorbente.

La adsorción de benceno en MSC5A no cumplió con el modelo de Dubinin, lo que confirmó lo expuesto en la discusión de los primeros resultados (Fig. 1).

El CAAP-2 presentó los menores valores de Am y Vp (Fig. 4 y Tabla II), pero el mayor valor de Ec, lo que demostró que en este adsorbente los poros con diámetros efectivos cercanos a los 3,5 Å tienen energéticamente un fuerte peso relativo. Esto le da la posibilidad de ser utilizado ventajosamente en la eliminación del CO<sub>2</sub> en los sistemas y procesos en que este componente se encuentre en bajas concentraciones. En el caso del DIAJ, esos valores reafirmaron lo discutido sobre la adsorción en los poros con diámetros mayores en el caso del benceno.

Por último, los altos valores de Am y Vp y el menor valor de Em en el MSC5A (respecto al CAAP-20) demostraron el fuerte carácter microporoso que posee, con poros de diámetros menores que el diámetro cinético del benceno, pero próximos a él (5,85 Å).

## CONCLUSIONES

El carbón activado CAAP-2 obtenido de aserrín de pino tropical no varió sus características de adsorción al ser convertido en píldoras.

La capacidad de adsorción de CO<sub>2</sub> del CAAP-2 es inferior a la del MSC5A y DIAJ, pero la gran energía característica de adsorción hace ventajoso su empleo para la eliminación del CO<sub>2</sub> en aquellos sistemas en se encuentre en pequeñas concentraciones.

La alta energía característica del CO<sub>2</sub> mostró la existencia de microporos con diámetros efectivos cercanos al diámetro cinético de dicho adsorbato.

## BIBLIOGRAFIA

1. Ciencia y Tecnología del Carbón Activado, Curso Corto, Universidad de Alicante, 1994
2. Levoda R., Gierak , Charnes B. and Lodyga L. **Reac. Kinet. Cat. Let.**, **50**, 63, 1993.
3. Choma J., Burakiewicz-Morka W., Jaroniec M. and Gilpin R.K. **Langmuir**, **9**, 2555, 1993.
4. Wood G.O. and Stanpfer J.F. **Carbón**, **31**, 195, 1993.
5. Wood G.O. **Carbón**, **30**, 593, 1992.
6. Bradley R.H. and Rand B. **Carbón**, **31**, 269, 1993.
7. Denoye R., Fernández-Colinas J., Grillet Y. and Rouquerol J., **Langmuir**, **9**, 515, 1993.
8. Wood G.O. **Am. Hyg. Asoc.** , **55**, 11, 1994.
9. Dubinin M.M. i Poliakov N.S. **Izv. Akad. Nauk, URSS, Ser. Jim.** **4**, 731, 1985.
10. Dubinin M.M. i Poliakov N.S. **Izv. Akad. Nauk, URSS, Ser. Jim.** **4**, 737, 1985.
11. Dubinin M.M., Lozhkova N.S. and Onusaitys B.A. Proceedings of the Symposium on the Problems of Clinoptilolite Studies and Application., Tbilisi, 5, 1974.
12. Márquez F., Autié M. y De las Pozas C. Estudio de la porosidad de un carbón activado obtenido de aserrín. **Revista CENIC Ciencias Químicas**, **28, 31**, 1997.