

Carbones Activados Elaborados de Residuos del Agave

M. Rubio, O. Chao, S. León, L. E. Cordero y R. Cetina
 Instituto de Química, Universidad Nacional Autónoma de México,
 Ciudad Universitaria, Circuito Exterior, México 20, D. F.

Recibido 29 de abril de 1981

INTRODUCCION

Tradicionalmente, diversas especies del género *Agave* son cultivadas en las regiones áridas de la República Mexicana, siendo la fermentación alcohólica la industria más importante para su aprovechamiento. Actualmente el interés está centrado en la utilización e industrialización integral del *Agave*. Así de la hoja (penca) y tallo ("piña" o "met-zontete") de la especie *A. atrovirens* han sido obtenidos mieles alimenticias, jarabes de fructuosa, ¹ esteroides, ^{2, 3} etc.

Aún aprovechada la planta de esta forma, se tiene como residuo el bagazo y fundamentalmente material fibroso. Este último era utilizado para jarcias y artesanías, pero el plástico con algunas ventajas, lo ha desplazado de esta pequeña industria. En consecuencia, estos materiales incluyendo la raíz de la planta, aparentemente no tienen ninguna utilidad y si consideramos que periódicamente son desechadas y acumuladas un gran número de plantas, el problema y la necesidad de la eliminación o aprovechamiento de estos residuos crece desmesuradamente.

Lo antes expuesto motivó el presente trabajo, cuya finalidad fue la elaboración de carbón activado utilizando como materia prima los desperdicios del *Agave*.

PARTE EXPERIMENTAL

El *Agave* (*A. atrovirens* Karw) nos fue proporcionado por el Patronato del Maguey; la planta viva (peso promedio 742 Kg) está constituida por cerca de 80% hoja (del cual un 82.4% es humedad), 16% tallo y 4% raíz.

La raíz posee una corteza delgada de color rojo en su cara interna, que fue separada y sometida a una extracción exhaustiva con metanol caliente; después de eliminar el residuo por filtración, fue evaporado el disolvente hasta sequedad apareciendo un material amorfo sumamente soluble en agua y a la que le confiere una coloración roja intensa. ⁴

Cada una de las partes de la planta fue procesada separadamente, utilizando como activantes cloruro de zinc o ácido fosfórico, siguiendo el procedimiento usual para la activación y carbonización. ⁵

La capacidad absorbente de los productos finales fue determinada por el método del azul de metileno y sus propiedades físicas (área específica, volumen y distribución del volumen de poro, etc.) por adsorción de nitrógeno a la temperatura del nitrógeno líquido, en un Analizador Automático DIGISORB 2500, Micromeritics Instrument Corporation, del Instituto de Química.

RESULTADOS Y DISCUSION

En general se obtuvieron mejores resultados al utilizar como activante H_3PO_4 , en igualdad de condiciones de temperatura, tiempo de contacto, etc. Un carbón tratado con $ZnCl_2$ mostró una capacidad adsorbente de 90 mg de Azul de Metileno por cada gramo de carbón (A. de M./g de C), mientras que otro, tratado con H_3PO_4 presenta una adsorción de 124 mg de A. de M. /g de C.

En la Tabla I se hace evidente la influencia del tiempo de contacto materia prima-activante; en ella se observa que a

excepción de la raíz, un período prolongado mejora la capacidad adsorbente del carbón. No obstante se encontró que el calentamiento de la mezcla precitada a 80°C antes de la carbonización, suple ese lapso y aumenta la actividad del producto.

TABLA I

MATERIAL	TIEMPO DE CONTACTO *	TEMPERATURA DE CARBONIZACIÓN (°C)	CAPACIDAD ADSORBENTE (mg de A.M./g de C)
Raíz	Precalentamiento durante 3 horas a 80°C	700	220
	2 días	700	235
	22 días	700	209
Hoja	Precalentamiento durante 3 horas a 80°C	600	109
	2 días	600	82
	9 días	600	89
	14 días	600	100
Tallo	Precalentamiento durante 5 horas a 80°C	700	210
	5 días	700	146
	8 días	700	175

* Activante: H_3PO_4

La temperatura de carbonización es otra de las variables que influyen notablemente en las características del carbón. Además se sabe que la óptima varía de acuerdo con el mate-

TABLA II

MATERIAL	CARBÓN NO.	CONDICIONES PREVIAS*	TEMPERATURA DE CARBONIZACIÓN (°C)	CAPACIDAD ADSORBENTE (mg A.M./g C)	AREA ESPECIFICA (m^2/g)
Raíz	1	22 días	700	216	748
	2	20 días	500	231	1135
	3	2 días	700	244	933
	4	3 horas, con calentamiento	700	220	974
	5	$ZnCl_2$ 3 horas, con calentamiento	700	147	1028
Tallo	6	8 días	700	196	1053
	7	18 días	500	183	1035
	8	5 horas, con calentamiento	700	210	916
Hoja	9	9 días	500	119	1106
	10	9 días	600	130	589
	11	3 horas, con calentamiento	700	124	719
	12	16 días	800	132	---
Merck				234	778

* Tiempo de contacto previo a la carbonización materia prima-activante (H_3PO_4).

rial por carbonizar. De esta manera se determinó por medio de su capacidad adsorbente, una temperatura de 700°C para la raíz y tallo y de 800°C para la hoja.

En la Tabla II se muestran las condiciones óptimas determinadas para la elaboración de los carbones, la capacidad adsorbente y el área específica respectiva calculada de los parámetros obtenidos de la ecuación de BET.⁶

En las figuras 1 y 2 se presentan las isotermas de adsorción y adsorción-desorción del carbón 1 y 2 respectivamente. De la forma de la isoterma de desorción que muestra el carbón 2 se deduce que este material es un sólido sumamente poroso y la posición de la curva de las desorciones (histéresis), que se manifiestan en ella probablemente se deban a la existencia de poros en forma de "tintero",⁷ en cuyo cuerpo quede atrapada una cantidad de adsorbato, que sale de él sólo hasta que la presión sea lo suficientemente baja como para vaciar un poro del tamaño de su entrada.

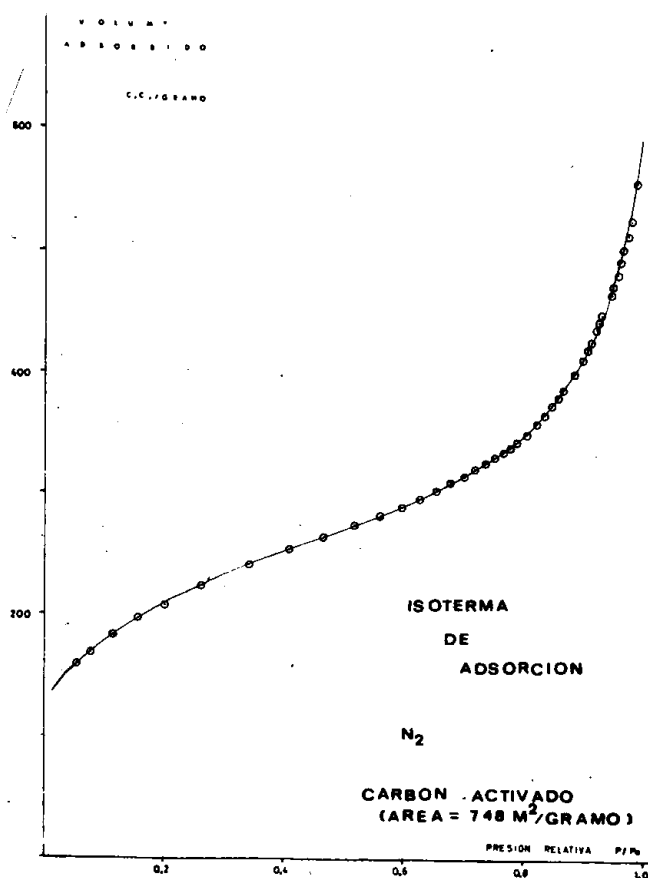


FIGURA 1. ISOTERMA DE ADSORCION DEL CARBON 1.

Algunos autores⁸ han sugerido que la adsorción produce esfuerzos en la estructura porosa del material y que si éstos llegan a exceder el límite elástico de la estructura se produce una deformación irreversible de la misma, especialmente en materiales suaves como lo es el caso del carbón activado. Por otra parte, la presencia de huecos de forma irregular ocasiona histéresis a altas presiones ya que deben existir

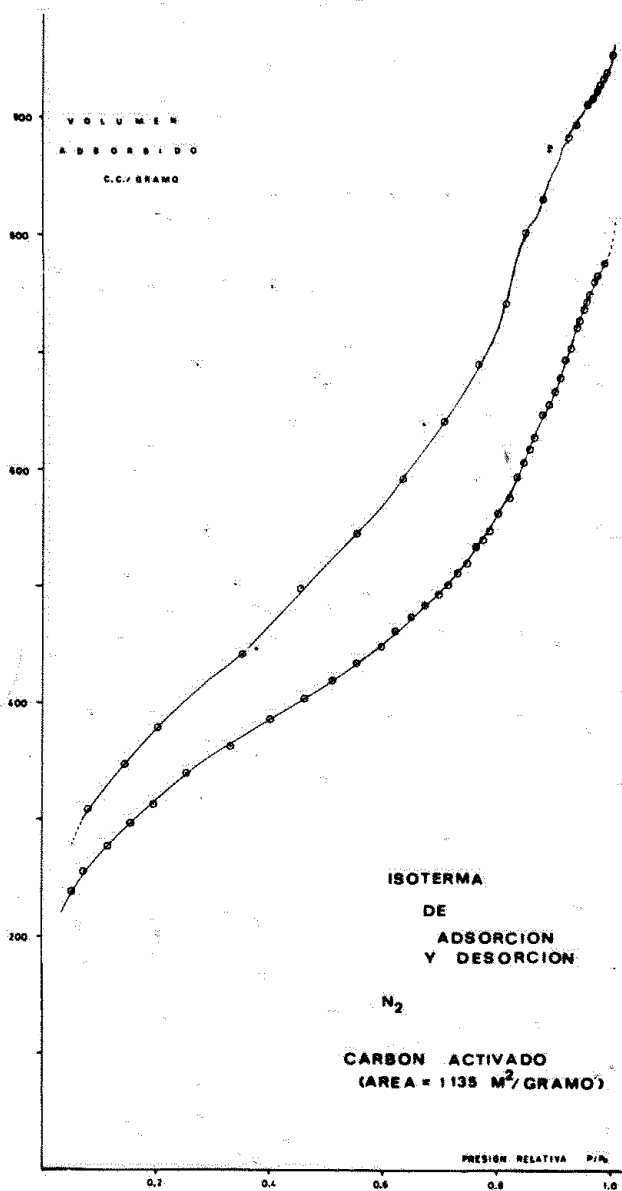


FIGURA 2. ISOTERMAS DE ADSORCION Y DESORCION DEL CARBON 2.

espacios vacíos prácticamente inaccesibles, que son llenados sólo cuando la presión es muy próxima o igual a la de saturación. Esta inaccesibilidad puede deberse a entradas sumamente estrechas, probablemente del diámetro similar al molecular. En consecuencia se puede pensar que la muestra 2 es un material muy poroso, con poros de forma irregular y boca muy pequeña.

Para el carbón 1, el máximo volumen adsorbido de nitrógeno se produce en los poros cuyo diámetro está comprendido entre 20 y 25 Å (fig. 3) por lo que es probable que su estructura porosa sea similar a la del carbón 2, aunque evidentemente con volumen de poro menor.

En la fig. 4 se presenta la distribución de volumen de poros del carbón 2, en ella se hace ostensible lo antes men-

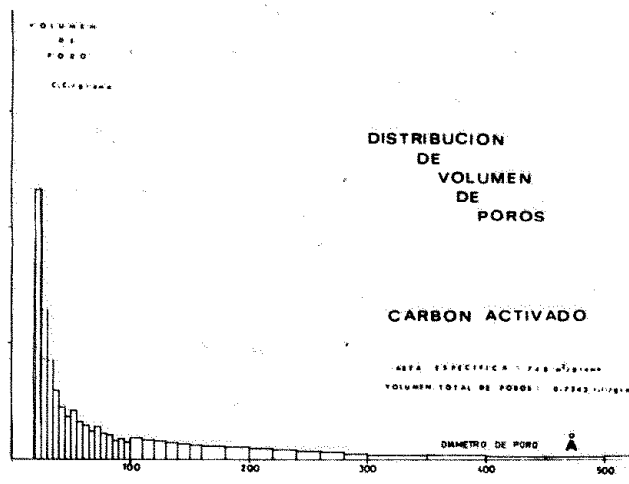


FIGURA 3. DISTRIBUCION DEL VOLUMEN DE LOS POROS DEL CARBON 1.

cionado. El volumen total de los poros es considerablemente mayor que el del carbón 1, además el volumen máximo se presenta para aquellos poros cuyos diámetros están comprendidos entre 35 y 40 Å, lo cual podría significar que una buena parte de éstos corresponda a la entrada de otros espacios más anchos, pudiendo aún existir poros más pequeños, del orden de los tamaños de la molécula del adsorbato, por lo tanto, difícilmente detectables.

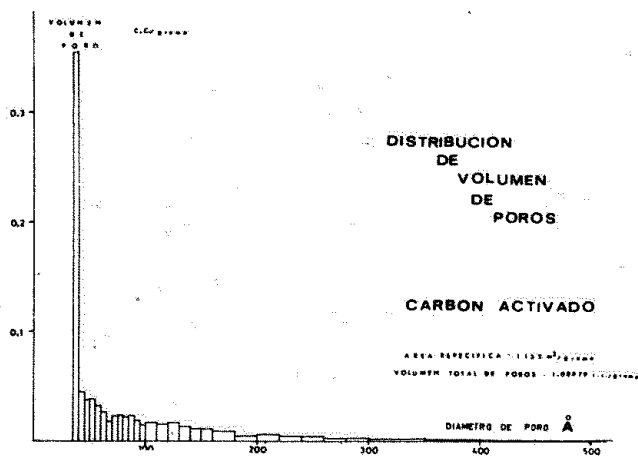


FIGURA 4. DISTRIBUCION DEL VOLUMEN DE LOS POROS DEL CARBON 2.

Como los dos carbones fueron obtenidos del mismo material, con el mismo activante y condiciones previas iguales, pero a diferentes temperaturas, siendo ésta menor en el carbón 2, se puede suponer que al aumentar la temperatura más allá del valor óptimo, disminuye la cantidad de poros, debido posiblemente a un aumento excesivo del diámetro de los poros, ocasionado por la desintegración parcial del material. Simultáneamente se forman microporos a raíz de la formación de las imperfecciones de la superficie del sólido.

CONCLUSIONES

Es posible obtener carbón activado con buena capacidad adsorbente, empleando como materia prima desechos del Agave, especialmente su raíz.

Cuando se emplea H_3PO_4 como agente activante, se logra una mejor capacidad adsorbente que cuando se utiliza $ZnCl_2$.

Se obtienen carbones con diámetro de poro en el intervalo de los microporos, por esto, pueden destinarse a la adsorción en fase líquida o bien para adsorción de gases, como carbón prensado.⁹

Los carbones obtenidos tiene un área específica considerable, superior aún a la de los carbones comerciales (Tabla II).

* De acuerdo con el rendimiento aproximado, es posible obtener 120 Kg. de carbón activado/planta (~ 800 Kg).

BIBLIOGRAFIA

1. Sánchez Marroquín, A. (1979) Los Agaves de México en la Industria Alimentaria (Centro de Estudios Económicos y Sociales del Tercer Mundo). México, D. F.
2. Kintya, P. K., Bobeiko, V. A. y Gulya, A. P. (1975) Steroidal Saponins V. Agave-Saponin C from Agave americana Leaves. *Khim. Prir. Soedin* 11 (1) : 104-105.
3. Kintya, P. K. Bobeiko, V. A., Krohmalyuk, V. V. y Chirva, V. Ya (1975) Saponins in Leaves of Agave americana. *Pharmazie* 30 (6) : 396-397.
4. León Maldonado, S. A. (1981) Elaboración de Carbones Activados a Partir del Agave (México, Tesis Profesional, Fac. de Química, U.N.A.M.).
5. Chao, O., Cetina, R., Rubio, M. y Cordero, L. E. (1980) Elaboración de Carbón Activado a Partir de Hueso de Dátil. *Rev. Soc. Quím. México* 24 (2) : 65-67.
6. Brunauer, S., Emmett, P. H. y Teller, E. (1938) Adsorption of Gases in Multimolecular Layers. *J. Am. Chem. Soc.*, 60 : 309-319.
7. Adamson, A. W. (1976) *Physical Chemistry of Surfaces* (John Wiley, New York).
8. Bailey, A., Cadenhead, D. A., Davies, D. H., Everett, D. H. y Miles, A. J. (1971) Low Pressure Hysteresis in the Adsorption of Organic Vapours by Porous Carbons. *Trans. Faraday Soc.*, 67 : 231-243.
9. Coughlin, R. W. (1969). Carbon as Adsorbent and Catalyst. *Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Develop.*, 8 (1) : 12-23.

II Congreso Nacional de Educación en el área de la Química

Sociedad Química de México

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

FACULTAD DE QUIMICA

agosto 5, 6, 7 de 1982.