

CAPÍTULO IX

CARBON DE HUESOS Ó NEGRO ANIMAL

1. El carbon de huesos ó negro animal.—2. Preparacion del negro animal.—3. Propiedades del negro animal.—4. Ensayo del negro animal.—5. Revivificacion del negro animal.—6. Sucedáneos del negro animal.

1. EL CARBON DE HUESOS Ó NEGRO ANIMAL se obtiene carbonizando huesos. El empleo de esta sustancia en la fabricacion del azúcar, recomendado por *Derosne* (1812) y puesto en práctica por *Dumont* (1828), hace de ella uno de los cuerpos más importantes de la química industrial. Si se calcinan huesos al abrigo del aire, la materia orgánica se descompone y pasa en parte al estado de aceite de huesos y en parte al estado de carbonato de amonio. Como residuo queda una masa negra, que ha conservado perfectamente la estructura de los huesos.

2. PREPARACION DEL NEGRO ANIMAL. Los huesos destinados á la preparacion del negro animal deben escogerse con cuidado; no se deben tomar sino los más duros y compactos, y emplearlos en lo posible en el estado fres-

co y cuando son muy ricos en sustancia orgánica. Antes de carbonizar los huesos se cuecen con agua para quitarles la grasa, y luego se secan ó bien se tratan con sulfuro de carbono. La grasa así obtenida (5 á 6 por ciento del peso de los huesos) constituye un producto secundario de la fabricacion del negro, que tiene cierto valor. Se carbonizan los huesos rotos en fragmentos más ó menos grandes, ya sea recogiendo los productos volátiles, ya dejando que éstos se quemem. En el primer caso (método moderno) se introducen los huesos en retortas ó cilindros de hierro colado, análogos á los que sirven para la fabricacion del gas de alumbriado, y se recogen en recipientes enfriados los productos que se desprenden durante la carbonizacion.

En el aparato representado por la fig. 17 (PRODUCTOS QUÍMICOS ANIMALES) se colocan verticalmente los cilindros G y G'; se introducen los huesos por las aberturas M y M', y cuando la calcinacion ha terminado, se quitan los obturadores H y H', que cierran el fondo de los cilindros; éstos se vacian, y el negro cae en los apagadores V y V', donde se enfria al abrigo del contacto del aire. Los productos de la combustion se exhalan por los tubos adaptados á la parte superior de los cilindros, y van á condensarse en B. y F. La experiencia enseña que el negro animal así obtenido tiene propiedades decolorantes menos desarrolladas que cuando se carbonizan los huesos en vasos dejando quemar los productos volátiles, como se hacia antiguamente. Por esto en la actualidad se utiliza por regla general en Francia y Alemania el método antiguo (en cambio, segun *Lunge*, las retortas son las que se emplean con más frecuencia en Inglaterra y Escocia). Ese método, que está sobre todo en boga desde que la industria del gas y el tratamiento de las aguas vanas dan grandes cantidades de sales amoniacas, se practica de la siguiente manera: Se llenan vasos de hierro colado ó de tierra de crisol, de 25 litros de capacidad, con los huesos quebrantados; se amontonan en número de 5 en un horno de reverberacion, de manera que cada vaso esté cerrado por el superior, estando el más alto tapado con una cobertera; las juntas se cierran con arcilla ó glúten y el horno se calienta con la llama de un hogar exterior: generalmente hay dos hornos que tienen una chimenea comun, y mientras el uno está en marcha, se deja enfriar el otro para vaciarlo y cargarlo de nuevo. En vez de sobreponer los vasos seria más ventajoso ponerlos en una sola hilera, cerrando cada vasija con una tapa, lo cual permitira reducir mucho la altura del horno. Al cabo de algun tiempo los vapores que se escapan de los vasos se inflaman espontáneamente, y el calor que de ahí resul-

ta es suficiente para determinar, sin adiccion de nuevo combustible, la carbonizacion de los huesos, cuyo final se conoce porque dejan de desprenderse vapores. Esos hornos son fáciles de gobernar y dan excelentes resultados, pero exigen una cantidad de combustible muy grande, de suerte que deberian preferirse los hornos contínuos de tubos y retortas, como los que fueron construidos por *Siemens*, *Gits* y *Durieux*, por *Steinhau-ser* y *Sebor*. La carbonizacion de los huesos da por término medio 55 á 60 por ciento de carbon, en el que el carbon propiamente dicho está mezclado casi con 10 veces su peso de elementos minerales. Pero esa cantidad disminuye de algunas centésimas con el escogimiento, el desecho y sobre todo el quebrantamiento. Un análisis de carbon de huesos secado dió en 100 partes: 10 de carbon, 84 de fosfato de calcio y 6 de carbonato de calcio. Abandonado al contacto del aire, el negro animal absorbe 7 á 10 por ciento de humedad. Una vez enfriados los huesos carbonizados, se sacan de los vasos y se granulan por medio de máquinas especiales, que consisten esencialmente en cilindros estraidos de hierro colado, que se pueden acercar ó apartar segun se quiera y segun el tamaño que convenga dar al grano. En esa operacion se ha de evitar en lo posible producir polvo fino, porque el carbon en polvo vale mucho menos que el carbon en grano. El carbon graneado se pasa enseguida por un harnero que opera la separacion del polvo fino, ó *harina loca*, y el escogimiento del negro en granos de diferentes tamaños.

3. PROPIEDADES DEL NEGRO ANIMAL. El negro animal posee en alto grado la propiedad de absorber las materias colorantes y las sustancias minerales disueltas, máxime la potasa y la cal. Esa accion notable descubierta en 1811 por *Figuiet*, parece ser debida á una fuerza de atraccion superficial, si bien el carbon puede tambien separar

combinaciones químicas. En la fabricación del azúcar se utiliza para quitar la cal y las sales al jugo esta propiedad que tiene el negro de absorber en sus poros las sustancias minerales. La facultad de absorber la cal de que goza el carbon de huesos, se debería en parte (segun *Anthon*) á la presencia de cierta cantidad de ácido carbónico acumulada en los poros del negro animal. Se disminuye esa facultad cuando por medio del ácido clorhídrico se quitan los elementos minerales del carbon; y sin embargo, ese tratamiento es necesario, si se quiere emplear el negro para decolorar líquidos ácidos. Los fabricantes de betun consumen cantidades enormes de carbon de huesos. El carbon empleado para ese uso se designa más especialmente con el nombre de *negro de marfil* ó *negro de humo*, y se prepara de la misma manera que el negro animal, con desecho de marfil de las fábricas de objetos de marquetería, ó bien con huesos de ma-

Carbon de huesos ordinario.	1
— — — tratado con el ácido clorhídrico.	1'6
— — — calcinado con carbonato de potasia.	20
Sangre calcinada con carbonato de potasio.	20
— — — — calcio.	20
Gelatina — — — — potasio.	15'5

Los esperimentos practicados por *Brimmeyr* sobre el poder decolorante del carbon de huesos le dieron los resultados siguientes: 1.º, el poder absorbente no depende de la estructura del carbon ni de la cohesión mecánica de sus partículas, sino de la cantidad de carbon puro que encierra; 2.º, las cantidades de las sustancias absorbidas por carbonos de composición diferente dependen en realidad de la riqueza en carbon puro, y probablemente no tienen ninguna relación con las diferencias de naturaleza química que presentan los cuerpos solubles absorbidos; 3.º, el carbon saturado con una sustancia conserva su facultad absorbente para otras sustancias de índole química diferente; 4.º, el

nos de carnero muy limpias; en cuya caso se le da tambien los nombres de *negro de Cassel*, *negro de Colonia* ó *negro de terciopelo*.

4. ENSAYO DEL NEGRO ANIMAL. Cuanto mayor es el poder decolorante del carbon de huesos, tanto mayor es el valor de ese cuerpo, si bien el poder decolorante parece no ser proporcional á su fuerza absorbente para la cal y las sales. Por esa razon interesa al fabricante de azúcar y al productor de negro animal, conocer el poder decolorante de un carbon, á lo cual se llega comparando el negro animal con otro cuya cualidad sea conocida. *Payen* propone al efecto tratar volúmenes iguales de una agua colorada con caramelo en pesos iguales de carbon, y filtrar los líquidos. El negro que da el líquido más claro es el mejor. *Bussy* determinó el poder decolorante relativo de varias especies de carbonos tomando cantidades iguales en peso, y obtuvo los resultados siguientes:

carbon de huesos obra tanto más rápidamente cuanto menos pronunciada es su estructura capilar, háyase modificado por división mecánica ó por disolución de las sales calcáreas en ácidos. *H. Schulz* (de Magdeburgo) obtuvo recientemente análogos resultados. El carbon ofrece su poder decolorante máximo, cuando se presenta con la riqueza máxima en carbono y con una escasa densidad.

Para la fabricación del azúcar importa conocer á más del poder decolorante la fuerza absorbente para la cal, que se determina directamente dosificando la cantidad de cal que puede absorber cierta cantidad de carbon.

5. REVIVIFICACION DEL NEGRO ANIMAL. El negro animal, como sabemos, se emplea principalmente para eliminar las cales y la sal, así como las materias colorantes de los jugos azucarados y de los jarabes. Cuando se ha hecho pasar cierta cantidad de jugo ó de jarabe por el carbon animal, éste ha perdido sus propiedades absorbentes y decolorantes; mas como lo demostró *Dumont*, con la revivificación se puede restituir al negro en grano sus propiedades primitivas, y volverlo así apto para servir nuevamente.

Para revivificar el negro animal se empieza por despojarlo, merced al lavado, de las materias solubles ó desleibles en el agua; luego se le somete á una calcinación que carboniza las sustancias orgánicas adherentes, y se pone al descubierto la superficie del grano. El negro puede revivificarse de 20 á 25 veces.

El lavado del negro animal puede efectuarse en una gran tina semicilíndrica de palastro y ligeramente inclinada, en la cual se mueve un eje cuya periferia está provista de una hoja de palastro contorneada en forma de hélice. El movimiento de la hélice que funciona absolutamente lo mismo que un tornillo de *Arquímedes*, hace subir el negro y lo vierte en la parte más alta de la tina, al tiempo que una corriente de agua continúa circula en sentido inverso. Así puede servir el lavadero imaginado pocos años há (1877) por *T. Schreiber*; ese aparato está representado por la fig. 18 (PRODUCTOS QUÍMICOS ANIMALES). El cilindro horizontal A es de hierro colado y puede girar por medio de un sistema de engranajes: este cilindro está provisto interiormente y en sentido longitudinal de dos superficies curvas y torcidas, dispuestas en forma de artesas, levemente inclinadas por el lado de D, y que dividen la superficie interna en dos partes iguales; D es otro cilindro más pequeño adaptado al primero y atravesado por un tubo E, que va hasta la entrada de A y lleva el agua desti-

nada al lavado del negro, está provisto además interiormente de una doble envoltura de palastro perforado que sirve para arear el negro antes de salir del aparato. Para poner el lavadero en marcha se le introduce agua en corriente continúa, y cuando ese líquido comienza á caer por la gotera ó canal C, se pone el cilindro en movimiento introduciéndole el negro por conducto de la tolva B. Por efecto de la rotación cada artesa llega abajo, sube el negro que se encuentra en el fondo, arrastrando al propio tiempo cierta cantidad de agua; cuando el plano encorvado de la artesa se encuentra á cierta altura, se invierte su posición primera, y el negro cae con el agua en la parte más baja del cilindro, para que la artesa siguiente lo vuelva á subir, hasta que continuando su marcha va á salir del aparato por el pequeño cilindro D, despues de haberse areado en este último. Con frecuencia se hace preceder al lavado de agua un lavado de ácido clorhídrico diluido con 50 á 60 veces su volumen de agua, á fin de disolver y quitar el carbonato de calcio que incrusta los granos de negro. Tambien á veces se hace sufrir al negro, antes de ese doble lavado, una especie de fermentación amontonándolo en cubos de albañilería: las reacciones que se efectúan en la masa elevan su temperatura, y cierto número de materias orgánicas quedan destruidas ó más solubles en los líquidos empleados para el lavado.

La calcinación del negro se efectúa en hornos construidos segun planos más ó menos diferentes. El horno inventado por *Cail* se representa en las figs. 19 y 20. En un basamento ó macizo de ladrillos hay un hogar con parrilla a, cerrado con la puerta p; las paredes laterales ostentan cada una tres órdenes superpuestos de nueve aberturas o que dejan llegar la llama al rededor de la mitad superior de 20 tubos de hierro colado ó dispuestos en dos series de 10 á cada lado del hogar, y formados de tres pedazos cada

uno; la llama y el humo despues de envolver las dos séries de tubos, bajan por canales laterales y llegan á la chimenea H. El horno está coronado con una gran cubeta de fundicion *d* destinada á secar el negro antes de introducirlo en los tubos. El fondo de la parte anterior de la cubeta está provisto de cebolletas, á las cuales se adaptan los tubos por su extremo superior. Finalmente, la série de los diez tubos á cada lado se distribuye en dos capacidades desiguales merced á dos registros ó trampillas de hierro colado superpuestas *l* y *l'*, teniendo cada una diez aberturas correspondientes á las diez secciones de los tubos. El negro, lavado y préviamente depurado por tratamiento en un cilindro de palastro con vapor de agua recalentado, se vierte en la parte posterior de la cubeta *d*, y cuando está bastante seco, se empuja hácia la parte anterior para cargar con él los tubos, cuyo registro de arriba *l* se ha cerrado, procurando con cuidado llenarlo en los dos tercios, al principio de la operacion, con negro ya calcinado. Al cabo de media hora la calcinacion termina; se cierra la trampilla inferior *l'*, se abre la de arriba, y el producto calcinado que se encuentra encima de ella, se traslada á la capacidad inferior de los tubos, donde se le dejan enfriar; luego se cargan los tubos otra vez, despues de cerrado el registro superior, y así sucesivamente. Cuando el carbon se ha enfriado bastante, no falta más que abrir el registro inferior, y el negro cae en la escavacion *v* practicado debajo de los tubos.

El horno de *T. Schreiber* con *secadero automático*, cuyo conjunto y corte vertical representan las figs. 21 y 22 (PRODUCTOS QUÍMICOS ANIMALES), ofrece las disposiciones siguientes: en un cuerpo macizo de albañilería están colocados á uno y otro lado del hogar A (fig. 22), dos hileras de retortas de hierro colado *b*, de forma ondulada y prolongadas por abajo con tubos aplanados C,

tambien de hierro colado; esos tubos que sirven para el enfrio del negro calcinado, forman con las retortas un ángulo de unos 45 grados, y se encuentran por lo tanto espuestos al contacto del aire. Por su parte superior las retortas están en comunicacion con tubos planos de forma ondulada *d*, provistos en su faz externa de aberturas dispuestas en forma de persianas, y desembocan por arriba en un embudo S, destinado á recibir el negro, húmedo todavia, y distribuirlo por los tubos: ese conjunto constituye el secadero automático. La llama y los gases producidos por un fuego de cok mantenido en el hogar A, se dirigen al fondo del horno, luego se distribuyen en dos partes á derecha é izquierda, calientan las retortas, y en fin las dos corrientes vuelven á subir por canales laterales, para ir á reunirse entre los tubos secadores *d*, que por sus aberturas laterales dejan escapar los vapores acuosos desprendidos por el negro, marchándose los gases por la chimenea P. Al ponerse en marcha el horno se han llenado los tubos refrigerantes C con negro calcinado hasta cierta altura. Cuando la porcion inferior del negro contenido en los tubos *b* está bastante calcinada, se vacia, por medio de una maniobra particular, la materia contenida en la parte inferior de los tubos refrigerantes C; entonces toda la columna se pone en movimiento de arriba abajo, y el negro, al pasar por todas las ondulaciones, va de derecha á izquierda recorriendo los pequeños planos inclinados que forman las ondulaciones de los secadores y de las retortas, lo cual hace que á cada recoleccion esté mezclado el negro de manera que vuelvan al centro los granos que estaban en contacto con las superficies de los secadores y de las retortas, y los del centro al exterior. De ese movimiento descendente resulta que la porcion de negro recogida en C está reemplazada con negro calcinado procedente de *b*, al tiempo que una porcion de negro secado

en *d* va á llenar el vacío producido por la baja de la columna *b*, y que en fin, una parte del negro húmedo del embudo S cae espontáneamente en *d*. El horno de *Schreiber* funciona con notabilísima regularidad; y segun los esperimentos efectuados hace pocos años (1877) por *A. Vivien*, el negro animal revivificado unas 20 veces por lavado en el aparato *Schreiber* (véase pag. 305) y por calcinacion en el horno que acabamos de describir, produce una depuracion de los jarabes casi igual á la que da el negro nuevo empleado solo.

6. SUCEDÁNEOS DEL NEGRO ANIMAL. Como sucedáneo del carbon de huesos se ha recomendado el carbon obtenido calcinando esquistos bituminosos (negro de esquisto). Ese carbon arcilloso quita á los jugos azucarados las materias colorantes, mas no ejerce accion alguna sobre la cal. Además, la pre-

sencia del protosulfuro de hierro que en él se encuentra en cantidad muy considerable, se opone á que pueda emplearse en la fabricacion del azúcar. El *carbon de vareces* ó *fucos*, recién propuesto, merece tal vez llamar la atencion más que el negro de esquisto. *H. Schwarz* (de Gratz) hizo esperimentos interesantes sobre la regeneracion del carbon de huesos, mezclando ceniza de huesos con azúcar ó gelatina, y por desecacion y calcinacion de la mezcla. *H. Melsens* pretende obtener una preparacion análoga carbonizando sustancias leñosas préviamente impregnadas con una solucion de ceniza de huesos en el ácido clorhídrico. Nada satisfactorio se conoce todavia sobre la preparacion de la alúmina propuesta estos últimos años por *Fr. Meyer* como sucedáneo del negro animal. Más ninguna de esas tentativas ha logrado éxito completo.