

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA

FACULTAD DE QUÍMICA Y FARMACIA

"OBTENCION DE CARBONES ACTIVADOS A PARTIR DE LOS FRUTOS DE
CORYLUS AVELLANA, JUGLANS REGIA Y AMYGDALUS COMMUNIS"

Tesis presentada para optar al grado
de Doctor en Bioquímica y Farmacia

por

AURELIO AGUSTIN PERNAS

- 1952 -

A M I S P A D R E S

A M I H E R M A N A

PROLOGO

SEÑORES PROFESORES :

Presento a vuestra consideración este trabajo de tesis titulado "OBTENCION DE CARBONES ACTIVADOS A PARTIR DE LOS FRUTOS DEL CORYLUS AVELLANA, JUGLANS REGIA Y AMYGDALUS COMMUNIS " para optar al grado de Doctor en Bioquímica y Farmacia.

La obtención de un buen carbón activado es un problema permanente, hecho que es revelado por la gran cantidad de materiales ensayados a tal fin y que menciona la literatura corriente.

En el presente trabajo, hemos tratado de estudiar materiales que por su naturaleza "prima facie" reunirían por su textura, las condiciones necesarias para obtener un buen carbón activado.

Además se ha tratado de aplicar para provocar la activación, un horno rotatorio diseñado por el Profesor Titular de la Cátedra de Química Inorgánica de Farmacia y Doctorado en Bioquímica y Farmacia, Doctor Alfredo Luis Remezzano, orientando el trabajo en el sentido de obtener carbones activados de tipo farmacéutico .

Agradezco al Doctor Alfredo Luis Remezzano, el haber dirigido mi tesis

Quiero agradecer al Doctor Enrique Castellano, su colaboración en la resolución de los problemas inherentes al aparato empleado en

las activaciones.

Aprovecho también la oportunidad para agradecer la colaboración prestada por los Doctores Jorge Gascón y Mario Moglia y el Señor Profesor José Fortunato Molfino .

PLAN DE TESIS

PROLOGO.

PRIMERA PARTE

GENERALIDADES

CAPITULO I

RESEÑA HISTORICA.

CAPITULO II

DEFINICION Y NATURALEZA DEL CARBON ACTIVADO.

CAPITULO III

OBTENCION DE CARBONES ACTIVADOS.

- a) Teorías sobre la activación.
- b) Principales materias primas utilizadas.
- c) Métodos de activación.

CAPITULO IV

VARIETADES DE CARBONES ACTIVADOS.

CAPITULO V

PROPIEDADES -EL FENÓMENO DE LA ADSORCION.

CAPITULO VI

DETERMINACIÓN DEL PODER ADSORBENTE -PRINCIPALES MÉTODOS.

CAPITULO VII

APLICACION DE CARBONES ACTIVADOS.

S E G U N D A P A R T E

PARTE EXPERIMENTAL

CAPITULO I

MATERIAL UTILIZADO .

a) Datos estadísticos sobre producción y cultivos de los mismos .

b) Análisis del material empleado: Humedad, substancias volátiles totales y volátiles, coke, ceniza y carbón fijo .

c) Resultados obtenidos .

CAPITULO II

DESTILACION PIROGENADA DEL MATERIAL EMPLEADO .

a) Aparato utilizado .

b) Marcha de las destilaciones .

c) Resultados obtenidos .

CAPITULO III

METODOS DE ACTIVACIÓN EMPLEADOS .

APARATOS UTILIZADOS- METODOS EMPLEADOS .

a) Activación por simple calentamiento y con vapor de agua sobrecalentado.

Marcha de las operaciones .

b) Métodos combinados .

Activación con Cl_2Zn y O_2C sobrecalentado .

Activación con Cl_2Mg y O_2C sobrecalentado .

Activación con S Na_2 y O_2C sobrecalentado .

Activación con Cl_2Zn y vapor de agua sobrecalentado .

Marcha de las operaciones .

CAPITULO IV

ENSAYOS DE PUREZA .

RESULTADOS OBTENIDOS .

CAPITULO V

ENSAYOS DE ACTIVIDAD .

RESULTADOS OBTENIDOS .

CAPITULO VI

CONCLUSIONES .

PRIMERA PARTE

GENERALIDADES

C A P I T U L O I

RESEÑA HISTORICA

Los carbones activados basan su importancia en sus propiedades adsorbentes. Dichas propiedades fueron entrevistadas por primera vez, por C. W. Scheelle (1) en el año 1773, y ampliamente confirmadas en 1777 por el mismo autor.

Independientemente F. Fontana en 1777 observó que introduciendo carbón incandescente en un tubo invertido sobre Hg, la mayor parte del gas desaparecía, evidenciándose por la ascensión de la columna de Hg, con lo que demostraba el mismo fenómeno.

Los fenómenos observados fueron designados con el término de "adsorción", por H. Kaiser en 1881 (hasta entonces se le conocía con el nombre general de "absorción").

El 1887 C. J. Baker (2) describió la absorción del O_2 por el carbón y la consiguiente liberación de CO y CO_2 .

El término "adsorción" se generalizó, siendo adoptado por Ostwald y otros autores.

Lowits, químico ruso de San Petesburgo en 1785, observó así mismo que el carbón vegetal poseía propiedades descolorantes y desodorantes. En base a estas propiedades lo utilizó en la preparación de ácido tartárico, obteniendo así, cristales puros.

D. M. Kelhls en 1793 señala que el carbón vegetal era usado en

úlceras gangrenosas para eliminar los malos olores, así como también internamente, como desodorante intestinal.

Lippman (3) en 1794 anunció que el carbón vegetal era usado en Inglaterra para la descoloración de jugos brutos en refinerías de azúcar.

En Francia la primera aplicación del carbón de leña, fué hecha para el refinamiento del azúcar bruto, en 1805 por M. Guillón, no tardando el azúcar así obtenido en desalojar al anterior, debido a su pureza y buen gusto.

M. Figuiet en 1811, estableció que el carbón animal era superior al vegetal, como descolorante de vinagres y vinos; al año siguiente L. Constant anuncia mejores resultados, lavando y moliendo el carbón.

La primera valoración de índole cuantitativa en la adsorción de gases, fué hecha por T. Saussure en 1814.

En 1822 C.A. Bussy(4) llegó a las siguientes conclusiones:

a) que las propiedades descolorantes del carbón eran inherentes al mismo.

b) que las propiedades descolorantes solo pueden manifestarse en determinadas circunstancias físicas, en las cuales el estado de división y la porosidad, están en primer plano.

c) que si los carbones son calentados fuertemente, se vuelven duros y brillantes .

d) que la superioridad del carbón animal sobre el vegetal era debido a su mayor porosidad, consecuencia de las materias de las cuales deriva, como ser, sangre, gelatina, etc., y que puede ser considerablemente acrecentada por calentamiento con potasa. También llega a la conclusión que la potasa no solo aumenta la

porosidad por la eliminación de materias extrañas contenidas en el carbón, sino también porque atenúa sus moléculas y por esta circunstancia, puede obtenerse carbón descolorante por calentamiento de sustancias vegetales con potasa. Decía además Bussy que la sustancia colorante se combinaba con el carbón sin descomponerse y que en determinadas circunstancias puede hacerse reaparecer el colorante. Para este autor el carbón animal era superior al vegetal.

En el mismo año 1822, M. Payen (5) fabricante de sal amoníaco, coincidió con Bussy en que el carbón animal era superior al vegetal como descolorante .

Dumont, confitero de París, introduce el carbón granulado de huesos en 1828, en la purificación de jugos brutos de caña de azúcar. Todo ello hizo perder interés en los carbones vegetales hasta el siglo XX.

A pesar del continuado éxito del carbón animal, no fué olvidado el carbón vegetal, ya que, en 1836 Bettecher recomendó el uso de carbón vegetal, para eliminar la objeción religiosa Indú, por el uso de carbón animal en la fabricación de azúcar. Recomendó el uso de lignito, producto de carbonización natural de la madera. Graham y Hofmann en 1853 demostraron que la estricnina era adsorbida por el carbón .

John Stenhouse usó con éxito carbón vegetal en filtros de aire en 1854 y ya en 1860 había en Inglaterra 103 filtros que fijaban vapores de Hg, vapores ácidos y Cl₂.

Melsens preparaba ya en 1874, carbones muy similares a los actuales, dejando los materiales leñosos a la acción del PO₄H₃ y calcinándolos después.

Ostrejko (6) obtuvo carbones vegetales, tratando los materiales leñosos con cloruros minerales, de poder descolorante 10 veces superior al de huesos.

La utilización cada vez mayor estimuló la investigación y así el número de patentes para proteger los métodos de activación fueren aumentando día a día .

Durante la guerra 1914-18 se usó en gran escala en máscaras antigas. Actualmente el uso es extensísimo, ocupando un lugar preponderante en industrias de guerra, de productos medicinales y de la alimentación, etc. .

C A P I T U L O I I

DEFINICION Y NATURALEZA DEL CARBON ACTIVADO

La Farmacopea Argentina III Ed. define el carbón activado de la siguiente manera: "El carbón activado es un carbón obtenido de diversas sustancias orgánicas, purificado y sometido a un proceso que tiene por objeto aumentar su poder de adsorción".

El carbono es el principal elemento constituyente. Dicho elemento como sabemos se presenta en la naturaleza en mas de una forma alotrópica.

Hasta hace poco tiempo se acostumbraba a distinguir tres formas alotrópicas, pero hoy se cree que existen solamente dos : el diamante y el grafito. La tercera forma supuesta, es el carbón amorfo que incluye, las diferentes formas de carbones, vegetales, animales y minerales. Se admite hoy que esta última forma es carbono microcristalino, de tipo grafitico del que se diferencia solamente en la pureza, la porosidad, la forma y el tamaño de las partículas reales, hecho demostrado con la ayuda de rayos X. Dentro de este último grupo se encuentran los carbones activados .

Además de carbono, contienen un 2 a 10 por ciento de cenizas, pudiendo llegar a un 15 por ciento, los activados con metales pesados.

M.E.Barker(7), determinó la composición química de algunos

carbones primarios y de carbones activados con los siguientes resultados:

CARBON PRIMARIO DE MADERA DE "IRONWOOD "

Carbono.....	79,50%
Hidrógeno.. ..	4,38%
Oxígeno	15,27%
Cenizas	0,85%

Carbones activados(sin tener en cuenta cenizas,agua).

	<u>DORSITE</u>	<u>WHETLERITE</u>	<u>BALCHITE</u>
Carbono	95,66 %	90,14%	94,50%
Hidrógeno	0,64%	0,76%	0,62%
Oxígeno	3,70 %	9,10%	4,88%

Además observó que la proporción de carbón aumentaba con la activación,decreciendo el tenor de hidrógeno y oxígeno,pero aún, los mejores activados contienen apreciable cantidad de hidrógeno y oxígeno .

Practicamente por su aspecto exterior,no se diferencia el carbón primario del activado, aunque este último parece ser mas negro.

Por observación microscópica no se puede diferenciar,ya que los poros en donde se produce la adsorción ,son de diámetro ultramicroscópico.

C A P I T U L O I I I

OBTENCION DE CARBONES ACTIVADOS

a) TEORIAS SOBRE LA ACTIVACION: Interesantes teorías tratan de explicar el aumento del poder adsorbente del carbón después de la activación. A pesar de ello, el mecanismo exacto no ha sido todavía dilucidado.

Knight, Garner y Mc Kie (8), consideran que el incremento del poder adsorbente es debido a un aumento considerable de la superficie interna del carbón, producida durante la activación, pero el mecanismo íntimo de ese aumento en la superficie interna no está establecido.

Chaney(9), considera que en la carbonización primaria se producen ya las estructuras capilares y superficies internas de gran poder adsorbente, pero al mismo tiempo se forman hidrocarburos que son adsorbidos con gran avidéz .Para este autor, el proceso de activación sería aquel en que dichos hidrocarburos pueden ser eliminados.

Briggs(10), llega a la conclusión que el carbón primario es un polímero altamente complejo formado por fragmentos moleculares de celulosa. La acción de los agentes activantes y del calor debe ser tal como para atacar esas inmensas moléculas en sus puntos menos saturados eliminando algo de carbono y gran parte del hidrógeno del carbón primario. El resultado es una larga cadena

de átomos de carbono mas o menos débilmente unidos,dejando entre sí espacios atómicos, en que la adsorción tiene lugar.

Otros autores como Sutcliffe (11), sostienen que la activación es un proceso de formación de material altamente poroso y que para la adsorción de colorantes, los poros deben ser mucho mayores que para la adsorción de moléculas de gases.

Netzke (12), observó que el Br_2 era adsorbido por sustitución en el carbón no activado y que después de la activación la misma cantidad de Br_2 era adsorbida pero en este caso como compuesto de adición . Este autor llega a la conclusión que el mecanismo de activación es el de aumentar la insaturación del material carbonoso.

Estudios por rayos X como los efectuados por Debye y Scheerer (13), demuestran que el carbón activado es una masa de muy pequeños cristales de grafito.

Ruff, Schmidt y Ollrich (14), usando también rayos X, demostraron que el carbón activado es una verdadera modificación del carbón primario, teniendo la estructura grafitica.

También Alm (15), sostiene que por calentamiento y activación, el carbón desarrolla una estructura grafitica y lo demuestra por rayos X.

b) PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS UTILIZADAS: La madera ha sido la primera substancia utilizada en la obtención de carbones activados . Hoy se la sigue utilizando con excepción de las resinas cuyos productos de descomposición quedan fuertemente adsorbidos en los capilares siendo su eliminación muy difícil.

Deben preferirse maderas de baja densidad.

Así, Lemen de la Universidad de Chicago, demostró la importancia de

la corteza de nuez de coco, en la fabricación de carbón activado, no tardando en difundirse en Estados Unidos de América, siendo la base de la mayoría del carbón usado en las máscaras antigas.

L. Bermejo y L. Blas (16), dedujeron que podía obtenerse un buen carbón activado a partir del crujo de aceituna basados en la analogía química-histológica de este con la nuez de coco, siendo buenos los resultados obtenidos .

En nuestro país I. M. Costa (17) ha utilizado cereales (maíz, trigo, cebada, mijo) A. L. Remezzano (18) marlo y paja totora y J. Sarraillet (19) maderas de álamo, sauce y ceibo, con resultados favorables.

Se ha usado también turba, hulla blanda y antracita. Los mejores resultados se han obtenido a partir de la turba y ciertas hullas vituminosas (20). Prueba de ello es que en estos últimos años la producción en Estados Unidos de América de carbón activado a partir de la hulla ha crecido rápidamente .

Además se emplean otros materiales como ser, corteza de arroz, carozo de frutos, residuos industriales como bagazo, desechos del caucho, del algodón, melaza, café, etc..

También se emplean sustancias de origen animal, preferentemente los huesos y la sangre. Se ha objetado que los carbonos obtenidos de estas materias primas, retienen fuertemente adsorbidos compuestos cianurados, pero los modernos métodos de purificación actualmente conocidos, permiten descartar estas objeciones. Es de hacer notar que la F. A. III ed., así como la U. S. P. XIV ed., no tienen en cuenta el origen del carbón activado.

c) METODOS DE ACTIVACION: Los metodos de activación podemos clasificarlos de la siguiente manera:

a) Carbonización simple.

- b) Carbonización en presencia de agentes químicos
- c) Activación por intermedio de solventes
- d) Métodos combinados

CARBONIZACION SIMPLE

Se aplica en la obtención del negro animal, por carbonización de huesos. También para maderas de baja densidad, susceptibles de dar directamente el carbón activado, cuyas sustancias de descomposición tienen temperatura crítica de adsorción por debajo de su temperatura de ebullición, obteniéndose un carbón muy poroso.

CARBONIZACION EN PRESENCIA DE AGENTES QUIMICOS

Consiste esencialmente en impregnar el material carbonizable con sustancias hidrolizantes, deshidratantes, carbonizantes u oxidantes tales como, Cl_2Mg , PO_4H_3 , SO_4H_2 , Cl_2Zn , Cl_2Ca , HONa , Cl_3Fe , SNa_2 , ClNa , Cl_2 , O_2C , aire, óxidos del nitrógeno, etc..

Se obtiene generalmente una pasta que después de un determinado tiempo de impregnación se la somete a un calentamiento a una temperatura que depende del material y agente activante utilizado y que está comprendida entre 400°C . y 1000°C .

La activación por agentes oxidantes consiste esencialmente en un proceso de oxidación selectiva: la de los hidrocarburos adsorbidos en los tubos capilares del carbón, sin oxidar en lo posible, a éste último.

La temperatura óptima de activación con estos agentes oscila entre 350°C . y 1200°C . Para el aire en general oscila entre 350°C . y 400°C ., pero como la reacción es exotérmica se produce un calentamiento local y el consumo del carbón primario es grande.

En cambio para el caso del vapor de agua el proceso es endotérmico, por ende no se produce un calentamiento local y se consigue eliminar los hidrocarburos antes que el carbón comience a consumirse en

forma considerable. Para este agente la temperatura de oxidación oscila entre 800°C. y 1000°C. .

A los procedimientos de activación por gases se les suelen denominar "métodos físicos de activación" y exigen que la marcha de la operación entre el carbón y el gas sea perfectamente uniforme. Este problema ha sido resuelto según Godel (21) por el procedimiento llamado de "fluidificación" que consiste en someter la materia prima llevada a la temperatura del rojo a la acción ascendente del gas activante, el cual agita en forma violenta al carbón en su travesía a la manera de un líquido en ebullición. La materia prima dispuesta en lechos de decenas de centímetros sobre una grilla perforada, horizontal, es sometida a la acción ascendente del vapor de agua a 900°C. .El régimen de la corriente gaseosa debe ser suficiente como para mantener la agitación del lecho de carbón .En estas condiciones el lecho semifluido en agitación presenta el aspecto de un líquido con todas sus propiedades. Las ventajas de este procedimiento son considerables, ya que, pueden aplicarse a este proceso todos los tratamientos propios de los líquidos como ser ,salida continua, acción metódica, etc..Por su principio mismo esta técnica asegura una perfecta regularidad de reacción .

ACTIVACION POR INTERMEDIO DE SOLVENTES

Tratan de eliminar por disolución en solventes adecuados, los hidrocarburos adsorbidos en los tubos capilares del carbón, pero tiene el grave inconveniente, que es muy difícil de eliminar el solvente de los poros del carbón.

Mediante el exicloruro de selenio se obtuvo carbón activado, pero estos no eran superiores en actividad a los obtenidos por otros procedimientos menos costosos, de ahí, su abandono.

MÉTODOS COMBINADOS

Consisten en el tratamiento simultáneo del material carbonoso por agentes químicos (Cl_2Zn , Cl_2Mg , PO_4H_3 , etc.) y del tipo denominado "físico" tales como vapor de agua, O_2C , aire, etc..

C A P I T U L O I V

VARIEDADES DE CARBONES ACTIVADOS

La industria del carbón activado sufrió un rápido desarrollo en los años siguientes a la primera guerra mundial, durante los cuales numerosas fábricas fueron instaladas. En ellas se prepararon diversas variedades comerciales cuyos procesos de fabricación en su mayoría se hallan protegidos por patentes (22). Entre los principales podemos mencionar :

CARBONES ACTIVADOS AMERICANOS

ABSORBIT :Producto preparado a partir de material carbonizable.

ACTIVATED CHARCOAL, ADSORBITE y BACHITE: Carbones adsorbentes de gases.

ADSOPOR :Carbón adsorbente de vapores (Hg) .

ATLAS :Carbón descolorante.

BONE BLACK:Carbón preparado con residuos de pirólisis de huesos. Usado principalmente en refinación de azúcar y petróleo.

CARBEX :Es presumiblemente, carbón activado con Cl_2Zn .

CARBONAQUA:Carbón preparado para purificación de agua.

CARBONUT :Carbón activado preparado a partir de huesos de frutos.

CARBORAFFIN:Carbón descolorante y desodorante.

CARBROX :Carbón preparado de cáscaras de arroz.

CHATES :Una zeolita carbonosa preparada para intercambio iónico.

CLACARB :Constituido por una mezcla de arcilla activada y carbón. Este producto es usado como descolorante.

COLLACTIVIT:Este carbón se prepara por tratamiento ácido(SO_4H_2 o PO_4H_3)de serrín de bagazo,pulpa de papel,etc. y es utilizado para refinación de sacarosa y glucosa.

DARCO :Carbón preparado en distintas variedades:DARCO S-51, preparado con lignito,usado en la descoloración de licor de azúcar;DARCO G-60,preparado de leña para purificaciones químicas generales;DARCO K,preparado por activación química de la leña, usado como descolorante;HIDRODARCO,obtenido a partir de lignito y aplicado en la purificación de aguas.

DICALITE M-23:Mezcla descolorante compuesta de tierra de diatomeas y carbón activado aplicada a la refinación de azúcar.

DORSITE :Carbón obtenido de las cáscaras de coco y activado con vapor de agua y O_2C .

KELECHAR :Carbón descolorante preparado a partir de algas.

KLEARIT :Carbón obtenido a partir del alquitrán de hulla.

MAGNECHAR Es un producto obtenido por activación del carbón de roble.

MOLARCARB :Carbón descolorante,obtenido con residuos de melaza.

NORIT :Carbón descolorante manufacturado por activación con vapor de agua,del carbón de leña de pino.

Dentro de esta clase se conocen variedades con diversos grados de actividad:para refinación de azúcar,para tratamientos:de agua, aceites,bebidas,industrias químicas,etc..

NUCHAR :Constituye un grupo de carbones descolorantes preparado de desechos de la fabricación del papel.Entre ellos tenemos el AGUA NUCCHAR,usado en la purificación de agua,GRANULAR NUCCHAR para

desodorización del aire, SUCCHAR, en refinerías de azúcar.

Otras variedades de NUCHAR son usadas en el tratamiento de aceites, bebidas y en general en industrias químicas.

CARBONES ACTIVADOS INGLESSES

ACTIBON : Carbón descolorante preparado de serrín y PO_4H_3 .

CLARINE : Este carbón es derivado de una mezcla de SO_4H_2 y carbón de huesos, a la cual se le agrega una sal soluble de calcio o PO_4H_3 . Es usado en refinerías de azúcar.

CLARIT : Carbón activado mezclado con tierra kieselguhr.

HAMON CARBONS: Obtenido a partir de la turba activada por gas.

SUCCHAR : Carbón descolorante obtenido del desecho del licor sulfúrico.

CARBONES ACTIVADOS FRANCESES

ACTICARBONE: Bajo este nombre se conoce una serie de carbones preparados por varios procedimientos, activando el carbón de leña con vapor de agua.

BACTONAT : Carbón descolorante preparado a base de pescados.

FLAMING, FLANDRAC y LITTERALE : Son carbones descolorantes.

NIGRILE, NOIR ANIMAL EN PÂTE y ULTRA-CARBONE: Son carbones obtenidos a partir de huesos y usados en tratamientos de vinos.

CARBONES ACTIVADOS ALEMANES

BASF-KOHLÉ y BAYER CARBONS: Son carbones activados con Cl_2Zn .

CARBO ANIMALIS y CARBONIT : Son carbones descolorantes.

CARBO KONIGSFELD: Carbón medicinal preparado de granos de café.

EPONIT : Carbón obtenido por activación de carbón de leña, con vapor de agua y O_2C .

HUMUSKOHLE: Se obtiene a partir de carbón de humus, calentado, en una suspensión acuosa, desecado y calentado luego entre $900^{\circ}C$ y $1000^{\circ}C$.

CARBONES ACTIVADOS HOLANDESES

ACTIVIT :Carbón descolorante obtenido por activación de leña por intermedio de un gas, a alta temperatura en un horno rotatorio.

COLLACTIVIT:Carbón obtenido de serrín tratado con SO_4H_2 .

NORIT :Carbón activado con vapor de agua, producido en varios grados de actividad. Tres productos generales han sido obtenidos :

NORIT-STANDARD, NORIT-SUPERIOR y NORIT-SUPRA nX.

PURIT :Obtenido por calentamiento de hulla y carbones bituminosos a alta temperatura.

CARBONES ACTIVADOS BELGAS

CARBOREX y MAXIMIN: Son carbones usados como descolorantes .

CARBONES ACTIVADOS JAPONESES

KURI-SUMI :Carbón descolorante.

NARA-SUMI :Carbón preparado de madera de roble verde .

CARBONES ACTIVADOS CHECOSLOVACOS

CELOCARBON :Carbón descolorante usado en refineries de sacarosa y glucosa.

GENOCARBON:Carbón activado con Cl_2Zn .

CARBON ACTIVADO RUSO

DUBININ CARBONS:Carbón tipo descolorante .

CARBONES ACTIVADOS NACIONALES

En nuestro país se ha emprendido la fabricación de carbones activados a base de quebracho blanco y colorado, circulando en el comercio con el nombre de "ACTICARBONE".

La planta industrial se halla instalada en la provincia de Santiago del Estero .-

C A P I T U L O V

EL FENOMENO DE LA ADSORCION

Los carbones activados están íntimamente ligados, en lo que a sus propiedades fundamentales se refiere, a los fenómenos de adsorción y a ellos deben su importancia.

Las sustancias sólidas tienen la capacidad de enriquecer en su superficie gases o sustancias disueltas; a esta concentración en la superficie se le llama adsorción.

El primero que usó el término "adsorción" fué H. Kaiser en 1881.

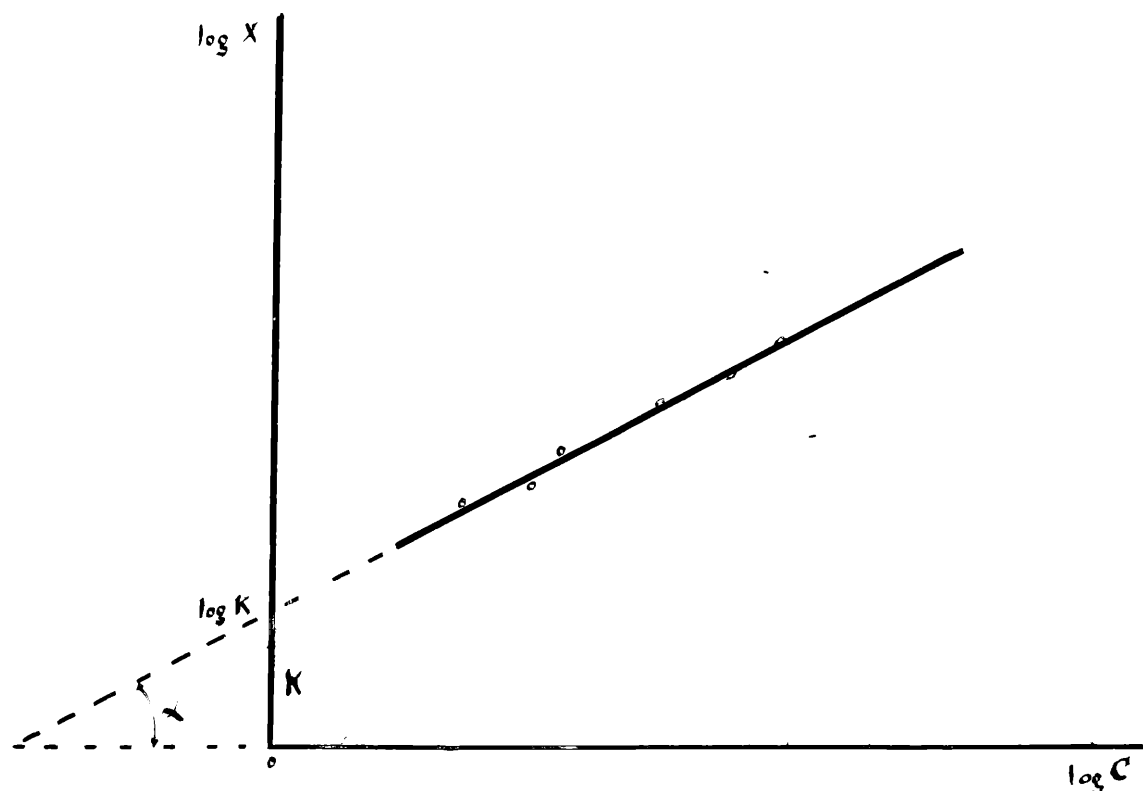
Anteriormente el fenómeno general de fijación de gases por líquidos y sólidos se designaba con el nombre genérico de "absorción". Con la aparición de las teorías físicas y químicas en las últimas décadas del siglo XIX, fué adoptado el término "adsorción".

Mc Bain para evitar hacer distingos entre ambos fenómenos propuso el término "sorción". Al cuerpo que efectúa la retención se le suele llamar "sorbente" y a la sustancia fijada "sorbato" o "sorbato".

El fenómeno se designa en general con el nombre de "absorción" cuando el sorbato se introduce en el interior del sorbente, y con él forma una solución, sin que para nada entre en juego, o muy poco, los fenómenos superficiales. En este caso la cantidad absorbida es proporcional a la masa no dependiendo de la superficie.

El término "persorción" (23) fué sugerido para los casos en que el material es altamente poroso, como el carbón.

El fenómeno de adsorción puede ser expresado mediante ecuaciones, una de las mas conocidas es la ecuación de Freundlich.



En ella se relaciona la concentración de la substancia adsorbida y el adsorbente, siendo proporcional a una raíz o potencia fraccionaria de la concentración remanente en la solución

$$\frac{X}{M} = K \sqrt[n]{C} \text{ o también } \frac{X}{M} = K.C.^{\frac{1}{n}}$$

Donde X = cantidad de substancia adsorbida .

M = masa del adsorbente .

K = constante que depende del adsorbente y mide su poder de adsorción .

C = concentración final de la solución .

$\frac{1}{n}$ = constante menor o igual a la unidad que depende de la substancia adsorbible, y que varía entre límites muy estrechos.

Si hacemos $M = 1$

la ecuación queda reducida a la siguiente fórmula :

$$X = K.C^{\frac{1}{n}}$$

que en un sistema de coordenadas cartesianas, representa una parábola. Si aplicamos logaritmos tenemos representada con una recta, una función que no es lineal

$$\log. X = \log. K + \frac{1}{n} \log C$$

Hay que tener en cuenta que en adsorción de gases y vapores por cuerpos con estructura capilar, se producen desviaciones al ser aplicadas estas expresiones, de ahí que se relacionen las propiedades de los carbones activados a dos fenómenos de distinta naturaleza, como son, la adsorción en superficie y la condensación capilar. Distintos autores han tratado de explicar la adsorción en superficie, aunque las teorías desarrolladas no aclaran el fenómeno en sí. La teoría cinético-molecular es quizás la que explica con mayor claridad lo que ocurre en la adsorción. Según esta teoría cuando una molécula de gas en movimiento libre, entra en contacto con la molécula de un cuerpo sólido, la cual tiene movimientos limitados (oscilaciones alrededor de un punto medio) puede después de un choque, reflejarse o quedar adherida fuertemente. Es debido precisamente a estos movimientos moleculares que los fenómenos de adsorción pueden considerarse como la consecuencia de dos fenómenos distintos: uno que corresponde a la retención por parte del adsorbente de la molécula adherida y el otro que consiste en el desprendimiento de esas moléculas como consecuencia de la agitación molecular. Entre estos dos fenómenos se establece un equilibrio de tipo dinámico.

Langmuir (24), (25), (26), supone en cambio la formación de una capa fuertemente adherida y monomolecular de sustancia adsorbida y lo atribuye a uniones débiles de valencias secundarias pertenecientes

a moléculas superficiales del adsorbente y de la substancia adsorbida.

En general los fenómenos de adsorción responden a la teoría de Langmuir, aunque ultimamente se ha tenido que admitir la existencia de varias capas de adsorción. La primera capa está fijada con extraordinaria tenacidad, como lo han demostrado Lamb, Wilson, y Chaney (27) .

La teoría de Langmuir fué completada por Harkins, quien admite que en la adsorción de moléculas polares, estas se orientan en una determinada dirección sobre la superficie del adsorbente.

Las teorías modernas presuponen la intervención en el fenómeno de adsorción, además de las fuerzas admitidas por Langmuir, de otras como, las fuerzas eléctricas . Aún así solo son válidas para casos especiales y su aplicación es restringida. Un hecho muy significativo es que los gases nobles, que carecen de actividad química, son en determinados casos, fuertemente adsorbidos . Por lo tanto no se pueden explicar los fenómenos de adsorción desde un solo punto de vista. El estudio del fenómeno es sumamente complejo y difícil .

En cuanto a la condensación capilar debemos decir que se trata de un fenómeno de gran importancia en los carbones activados, ya que son cuerpos extraordinariamente porosos y que contienen un número grande de espacios vacíos formados por capilares de diámetro muy reducido. Se ha calculado que 1 cm³. de carbón activado tiene una superficie interna de 1000 m². término medio o sea 500 y 1000 m²/g. aunque se prepararon carbones activados de hasta 1250 m²/g. .

En espacios de diámetro muy pequeños como en el caso de los capilares,

la tensión de vapor de líquidos que mojan es menor con relación a su valor normal para una determinada temperatura .

La disminución de la tensión de vapor es inversamente proporcional al radio de curvatura del menisco. Será pues mayor a menor diámetro del capilar. Es por estas enormes presiones desarrolladas en los capilares (200-400 atm) que se produce una verdadera condensación de gases y vapores . Los vapores en el capilar se condensarán hasta que la presión parcial de vapor en el espacio libre y la presión parcial en el capilar se equilibren .

Se distinguen tres tipos de capilares(28) :

- a) Los de diámetro mayor de 100 $\mu\mu$.
- b) Los de diámetro comprendido entre 2 y 100 $\mu\mu$.
- c) Los de diámetro menor a 2 $\mu\mu$.

En el primer grupo de capilares no se produce condensación debido a que su diámetro es demasiado grande. Los dos últimos se adaptan perfectamente a este objeto. Los comprendidos entre 2 y 100 $\mu\mu$ solo condensarán cuando la presión parcial es elevada es decir, a alta concentración; los menores a 2 $\mu\mu$ lo hacen aún a presiones parciales muy bajas .

A.J. Jubola y Edwin O. Wiig (29), han realizado la determinación del diámetro de los poros en carbones activados. Kubelka pudo calcular directamente el diámetro del tubo capilar y la estructura capilar completa del carbón activado.

Podemos afirmar que en la adsorción de vapores orgánicos por los carbones activados, sólo un pequeño porcentaje puede considerarse realmente adsorbido, ya que el mayor papel lo desempeña la condensación capilar.

C A P I T U L O VI

DETERMINACION DEL PODER ADSORBENTE

Desde que comenzaron a fabricarse los carbones adsorbentes, se planteó la necesidad de contar con métodos analíticos sencillos y exactos, para evaluar su actividad.

En verdad, los carbones activados, tienen una capacidad adsorbente selectiva para determinadas sustancias, como lo demostró Ogawa (30) preparando carbones que adsorbían ácidos pero no bases y viceversa.

La temperatura influye en el poder adsorbente, pero su influencia no es uniforme en todos los casos. Así, se conocen sustancias que son más adsorbidas, al aumentar la temperatura, y otras en que disminuye o no existe variación alguna, en lo que se refiere a la adsorción por parte del carbón .

En todos los casos el coeficiente de temperatura, es decir, la relación en que aumenta o disminuye la adsorción por cada grado de temperatura, es pequeño (31).

También tiene influencia el solvente usado, el pH (32) la carga eléctrica de la sustancia a adsorber, las sales disueltas, modificando cuali y cuantitativamente el fenómeno de adsorción.

Por todo lo expuesto deducimos que el mejor ensayo de actividad de un carbón, es aquel en que se lo coloca frente a la sustancia que se quiere adsorber y en las condiciones que más se asemejan a las que van a influir en los procesos a que se lo destina .

Se han estudiado numerosos métodos .

Si el carbón activado va a ser usado como adsorbente de gases , se hace pasar aire contaminado con el gas a valorar por una columna de carbón de altura y diámetro determinado, estableciéndose el tiempo de servicio, es decir, hasta que llegue al punto de ruptura, que es el momento en que el aire pasa contaminado llevando vestigios del gas.

Las técnicas usadas para determinar el poder de adsorción varían en cada caso. Hay métodos en que es fija la cantidad de carbón y variable la cantidad de sustancia a adsorber. En otros en cambio, se mantiene fija la cantidad de sustancia a adsorber (33) y varía la de carbón activado, otros colocan una determinada cantidad de carbón activado frente a un exceso de sustancia a adsorber y luego determinan dicho exceso.

PRINCIPALES METODOS

Desde el punto de vista de la utilización médica, las distintas farmacopeas han instituído métodos oficiales para determinar la actividad adsorbente de los carbonos activados.

METODOS DE LA FARMACOPEA ARGENTINA III Ed. (34)

a) Agítese fuertemente, durante cinco minutos, 1g. de carbón activado, exactamente pesado, con 50 cm³. de una solución acuosa al 0,20 por ciento, P/V., de sulfato de estriquina y fíltrese a través de un filtro seco, desechando los primeros 20 cm³. del filtrado; a 10 cm³. del filtrado añádese una gota de ClH y cinco gotas de solución de I₄HgK₂(R.): no deberá producirse enturbiamiento.

b) En dos probetas de 100 cm³. de capacidad con tapas de vidrio, viértense 50cm³., exactamente medidos de una solución acuosa al 0,10 por ciento, P/V. de azul de metileno. Añádanse a una de las probetas, 0,25 g. exactamente pesados, de carbón activado y agítese

la mezcla fuertemente, durante cinco minutos, fíltrense los líquidos de ambas probetas a través de filtros secos desechando los primeros 20 cm³. filtrados. Viértanse en dos matraces aforados de 250 cm³. de capacidad, 25 cm³. exactamente medidos, de los filtrados; añádanse en cada matraz 50 cm³. de una solución acuosa al 10 por ciento, P/V., de acetato de sodio, mezclando bien y 35 cm³. de solución 0,1 N. de I₂, agitando los líquidos; tápanse los matraces y déjense en reposo durante 50 minutos, agitándoles fuertemente cada 10 minutos.

Complétese el volumen de cada líquido hasta 250 cm³. con agua destilada; mézclense bien; déjense en reposo durante 10 minutos y fíltrense a través de filtros secos, desechando los primeros 30 cm³. de cada filtrado. Valórese el exceso de I₂ sobre 100 cm³. de cada filtrado con solución 0,1 N. de S₂O₃Na₂. La diferencia entre los números de cm³. de solución 0,1 N. de I₂ gastada en cada valoración, multiplicada por cinco, no deberá ser menor de 3,5.

c) En dos frascos de 250 cm³. de capacidad con tapas de vidrio, viértanse 185 cm³. de agua destilada y 5 cm³. de ácido acético; mézclense bien; añádanse en cada frasco 10 cm³., exactamente medidos, de una solución acuosa al 2,5 por ciento, P./V. de SNa₂ cristalizado, colocando el extremo de la pipeta sobre el fondo de los frascos; agítense los frascos suavemente durante medio minuto; añádanse en un frasco 1g. de carbón activado exactamente pesado; tápanse bien los dos frascos y agítense durante cinco minutos, fíltrense los líquidos a través de filtros secos, desechando los primeros 20 cm³. de cada filtrado y valórense 100 cm³. de cada filtrado subsiguiente con solución 0,1 N. de I₂., usando engrudo de almidón(R). como indicador. El filtrado correspondiente al carbón activado deberá gastar, por lo menos, 5 cm³. menos de la solución 0,1 N. de I₂.

METODO DE LA FARMACOEPA ESTADOUNIDENSE XIV Ed. (35)

Disolver 100 mg. de sulfato de estriquina en 50 cm³. de agua destilada agregar 1 g. de la muestra, agitar durante cinco minutos, filtrar a través de filtro seco, desechando los primeros 10 cm³. del filtrado. A 10 cm³. del filtrado subsiguiente agregar 1 gota de ClH conc. y 5 gotas de solución de I₄HgK₂ (R.): no debe producir turbidez.

METODOS DE LA FARMACOEPA FRANCESA VII Ed. (36)

a) Agitar durante media hora 1,50 g. de carbón activado pulverizado y desecado a 100°C. pasando por tamiz Nº 22, con 50 cm³. de solución 0,01 N. de Cl₂Hg, filtrar, agregar 5 gotas de NH₃ conc. a 5 cm³. del líquido filtrado: no debe producirse ningún enturbiamiento.

b) Agitar de la misma forma 2 g. de carbón activado desecado y pulverizado, con 50 cm³. de solución 0,01 N. de fenol, filtrar, tomar 1 cm³. del filtrado y agregar 1 cm³. de SO₄H₂ oficial, después dos gotas de solución oficial de formaldehído: no se deberá observar coloración rosa.

c) Agitar en las mismas condiciones 2 g. de carbón activado desecado y pulverizado con 50 cm³. de solución 0,01 N. de antipirina, filtrar y a 5 cm³. del filtrado, agregar 1 gota de Cl₃Fe: no deberá producirse coloración rosa .

METODO DE LA FARMACOEPA BRITANICA VII Ed. (37)

Agregar 0,1 g. de carbón a 50 ml. de una solución al 0,006 por ciento P./V. de azul de bromofenol contenido en un frasco de 250 ml. y mezclar por agitación del recipiente; dejar reposar durante cinco minutos y filtrar; el color del filtrado no debe ser más intenso que el de una solución preparada por dilución de 1 ml. de la solución de azul de bromofenol con 50 ml. de alcohol .

Fuera de los métodos oficiales existen otros métodos para evaluar el poder adsorbente de los carbones activados de uso farmacéutico.

MÉTODOS DEL CODEX FARMACEUTICO BRITANICO (38)

a) Debe adsorber de soluciones, no menos del 30 por ciento de su peso de antipirina, calculado con referencia a la substancia seca a 110°C; determinado por el siguiente método: agregar alrededor de 0,3 g. del carbón, exactamente pesados, previamente desecado hasta peso constante a 110°C, a 50 ml. de una solución de antipirina en agua de 0,4 por ciento, P./V., contenido en un frasco tapado y agitar a intervalos frecuentes durante veinte minutos; filtrar por papel de filtro seco y desechar los primeros 15 ml. del filtrado en un frasco cerrado, agregar 2 g. de acetato de sodio y 30 ml. de solución 0,1 N. de I₂ y agitar ocasionalmente durante veinte minutos; agregar 10 ml. de cloroformo, agitar hasta disolución del precipitado y valorar el I₂ en exceso con solución 0,1 N. de S₂O₃Na₂. Repetir el ensayo sin el carbón; la diferencia entre las dos valoraciones corresponde a la cantidad de I₂ requerido por la antipirina adsorbida por el carbón; cada ml. de I₂ 0,1 N. es equivalente a 0,009405 g. de antipirina .

b) 1 g. de carbón debe adsorber no menos de 0,4 g. de cloroformo del aire saturado con vapor de cloroformo a 16°C.-20°C., calculado con referencia al carbón, desecado a 110°C. y determinado por el siguiente método: pesar exactamente alrededor de 1 g. de carbón previamente desecado a 110°C, a peso constante en un pesafiltro poco profundo; colocar el pesafiltro destapado en un recipiente cerrado, en el que hay una cápsula con cloroformo. Dejar en esas condiciones 24 horas entre 16°C.-20°C., sacar el pesafiltro, taparlo y pesarlo.

C. Lockhart, considerando que el ensayo de adsorción de sulfato de

estricnina de la F.A. III Ed., solo sirve para establecer si un carbón activado cumple con la exigencia mínima de adsorción, sin valorar su poder adsorbente, propone un método en el que coloca al carbón en presencia de un exceso de sulfato de estricnina y efectúa la valoración colorimétrica de la estricnina en exceso, de acuerdo a la reacción señalada por Malaquín, estudiada después por Francis (39), en la determinación de este alcaloide: la estricnina en presencia de ClH y Zn o Zn/Hg (40) produce con oxidantes coloración roja.

La técnica del método aconsejado por C. Lockhart es la siguiente:

a) 1ª etapa (Adsorción): En probeta de 100 cm^3 . de capacidad con tapa de vidrio, agítase fuertemente durante cinco minutos, $0,25 \text{ g.}$ de carbón exactamente pesados, con 50 cm^3 . de una solución acuosa al $0,10$ por ciento, P./V., de sulfato de estricnina y fíltrese a través de un filtro seco desechando los primeros 20 cm^3 . del filtrado y recogiendo el resto para la valoración.

b) 2ª etapa (Valoración): Se vierte en un tubo de ensayo $0,5 \text{ cm}^3$. del filtrado exactamente medidos, se agrega $4,5 \text{ cm}^3$. de agua destilada, 5 cm^3 . de ClH D. 1,18 , aproximadamente 2 g. de Zn/Hg . se lleva rápidamente a ebullición y se deja que la hidrogenación se produzca durante diez minutos.

Al cabo de este tiempo se decanta el líquido en otro tubo de ensayo, se enfría bajo chorro de agua fría, se agrega $0,10$ de solución acuosa reciente de NO_2Na aproximadamente al $0,10$ por ciento, P./V., se agita y se efectúa la determinación colorimétrica.

M. Surun (41), coloca el carbón activado en una atmósfera saturada de vapor de agua.

W.A. Elbig (42), determina el poder adsorbente de los carbones mediante ensayos olfativos, basándose en la adsorción de materias odoríferas.

3. Bari (43), valora el poder adsorbente de los carbonos activados con fines medicinales, en animales, usando para ello cobayos de determinado peso y edad; valora el número de dosis mortales que puede adsorber el carbón e indica que un buen carbón activado, debe adsorber por lo menos dos dosis mortales de nitrato de estriquina.

C A P I T U L O VII

APLICACION DE LOS CARBONES ACTIVADOS

Pocas sustancias existen, que gozen de una aplicación tan extensa y que tengan una importancia tan grande en lo que a su uso respecta, como los carbones activados.

La industria hace uso de ellos con frecuencia, como agentes descolorantes, en la recuperación de solventes, en la purificación de sustancias diversas, como agentes catalíticos; se utilizan así mismo en la confección de máscaras antiguas.

DESCOLORACION Y PURIFICACION

En estas aplicaciones se consumen muchas toneladas de carbón activado. En la mayor parte de los casos simultaneamente con la descoloración de los líquidos, tiene lugar una purificación que mejora los caracteres organolépticos, entre ellos el olor y el sabor de los productos a descolorar (44), (45).

Es empleado en gran escala en la descoloración de jugos y jarabes de azúcar (46) .

Korolkov (47) llegó a la conclusión que el carbón activado adsorbe una fracción considerable de materias colorantes, 16 a 23 por ciento de materias nitrogenadas, hasta 86 por ciento de pentosanos, el azúcar invertido, las sales de Fe, Al y Ca, aumenta la tensión superficial de las soluciones, disminuye su viscosidad y acelera la cristalización del azúcar de las soluciones azucaradas.

El carbón activado es usado igualmente y en una escala considerable en la purificación y descoloración de aceites y grasas, bebidas alcohólicas y otros productos alimenticios (48), (49) .

Una aplicación que va tomando incremento día a día es, en la purificación de aguas potables. Cuando es necesario usar una fuerte clorinación se usan carbones activados que retienen el exceso de Cl_2 .

El O_2C es desodorizado para la fabricación de hielo seco y para la carbonatación de líquidos, con carbón activado (50).

RECUPERACION DE SOLVENTES

Las cuantiosas pérdidas de solventes, fué un problema que preocupó a la industria durante mucho tiempo. Inicialmente se trató de recuperarlos mediante la condensación de sus vapores, pero los mejores resultados se obtuvieron con el uso de carbones adsorbentes que además de permitir un mayor rendimiento alejaron el peligro de posibles explosiones que suelen producirse con el procedimiento anterior (51), (52) .

Entre las industrias que recuperan solventes podemos citar la de explosivos, celuloideos, pinturas, sedas artificiales, gomas, cueros, cauchos, recuperación de gasolina, etc..

LA INDUSTRIA FARMACEUTICA

Lo usa para la purificación de ciertos productos biológicos (53) veratrina, digitalina, alcaloides, penicilina (54), estreptomina (55), (56) y también se han ensayado en la recuperación de ciertas hormonas.

APLICACION EN MEDICINA

La cantidad de carbón activado usado en medicina es insignificante, comparado con el consumido por la gran industria.

Desempeña en terapéutica una función importante, derivada de su gran poder adsorbente para distintas sustancias como ser : toxinas (57), alcaloides (morfina (58) estriénina (59)) sustancias diversas como Cl_2Hg .

Se le utiliza en procesos fermentativos donde hay anormal producción de gases y como adsorbente de gérmenes; como antídoto en los envenenamientos por alcaloides, en intoxicaciones metálicas, etc..

Los carbones activados también se administran en forma de "adsorbatos", que constituyen una forma farmacéutica, en que el carbón desempeña las funciones de vehículo y cosdyuvante, ejerciendo acciones farmacológicas que le son inherentes, después de liberar poco a poco en el tracto gastrointestinal los medicamentos que le acompañan. Los adsorbatos al ceder lentamente el medicamento, hacen que la acción sea gradual y duradera, disminuyendo los efectos tóxicos secundarios. Según Lebeau y Courtois (60) los adsorbatos se obtienen poniendo el carbón en presencia de la sustancia medicamentosa que se halla en solución o en atmósferas gaseosas, donde el carbón las retiene por adsorción.

Si bien este proceso es viable en el laboratorio, es inadecuado en la gran industria, donde se obtiene de la siguiente manera: se coloca el carbón en una máquina mezcladora con la solución acuosa o alcohólica del medicamento e adsorber, agregando azúcar, mezclando hasta completa homogeneización y luego se agrega agua, jarabe y/o alcohol en proporciones adecuadas para obtener adsorbatos granulados de dureza conveniente (61).

Se han usado adsorbatos de I_2 en los cuales al ser liberado lentamente el medicamento, disminuye su acción cáustica y elimina los

efectos del iodismo. Otros adsorbates conocidos son los de sulfato de eserina, arsenobenzol, sulfato neutro de atropina, urotropina, etc..

USO EN MASCARAS ANTIGAS

Las primeras máscaras fueron construídas con sustancias que fijaban los gases tóxicos por reacción química, pero eran tales los inconvenientes que cuando los alemanes comenzaron a usar máscaras con carbón, todas las naciones lo adoptaron inmediatamente, usándose que perdura en la actualidad.

Los filtros de las máscaras antiguas pueden estar constituidos exclusivamente por carbón activado o bien asociado a sustancias químicas (62) .

Los fabricantes prepararon diversas variedades de carbón activado para tal fin (63), (64).

La extrema rapidez con que son adsorbidos los gases, demuestra la gran eficacia del carbón en máscaras antiguas. Dicha rapidez es necesaria para llenar la finalidad a que se lo tiene llamado, ya que tan solo fracciones de segundos son los que tarda el gas en atravesar el filtro .

Es también de suma importancia la capacidad de adsorción en atmósferas donde la presión parcial de los gases tóxicos sea elevada o pequeña, fijando los gases y como consecuencia purificando el aire íntegramente.

Estos caracteres típicos del carbón fueron los que contribuyeron a que se lo adopte universalmente en máscaras antiguas.

Las máscaras americanas usadas a fines de la guerra 1914-18 estaban constituidas por filtros que contenían un 60 por ciento de carbón activado, generalmente de nuez de coco (65) y un 40 por

ciento de gránulos de MnO_4K y cal sodada .Luego se usó una fórmula mas eficaz en la que el carbón activado estaba en una proporción de 75 por ciento y el resto de cal sodada solamente. Los carbones activados europeos(66)usados para tal fin,fueron fabricados a partir de la turba,hulla,y carbón de leña . En la segunda guerra mundial se usaron en las máscaras antigas, carbónes activados granulados,cuyos gránulos eran de diámetro muy pequeño,generalmente tratados con agentes químicos con el propósito de descomponer catalíticamente ciertas substancias tóxicas.Grandes progresos fueron hechos en la preparación de estos"adsorbentes-catalíticos"pero estos trabajos no han sido publicados(67).

ACCIONES CATALITICAS

Menos numerosos son los usos en que el carbón desempeña un papel catalítico.Entre ellos citaremos la preparación de fósgeno,por combinación del Cl_2 con CO .

Lemoine(68)anuncia que el alcohol es deshidrogenado en presencia de carbón de leña .



SEGUNDA PARTE

PARTE EXPERIMENTAL

C A P I T U L O I

MATERIAL UTILIZADO

En los distintos ensayos de activación, hemos usado como material carbonizable, el proveniente de la parte no comestible de los frutos del JUGLANS REGIA, Linné; del AMYGDALUS COMMUNIS (L.) Stokes Var. dulcis Schneider y del CORYLUS AVELLANA, Linné.

En el caso de la "nuez", la parte utilizada está representada por el endocarpio óseo del fruto drupáceo con los tabiques membranosos, del JUGLANS REGIA, Linné, fam. Juglandaceae, n.v. "nuez".

En cuanto a la "almendra" hemos utilizado el endocarpio leñoso del fruto drupáceo del AMYGDALUS COMMUNIS (L.) Stokes, Var. dulcis, Schneider, fam. Rosaceae, n.v. "almendra".

En la "avellana" la parte utilizada está constituida por el epicarpio y mesocarpio tenuemente coriáceos y el endocarpio leñoso del fruto drupáceo del CORYLUS AVELLANA, Linné, fam. Betulaceae, n.v. "avellana".

DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE PRODUCCION Y CULTIVOS

DEL JUGLANS REGIA

En nuestro país se ha emprendido el cultivo del JUGLANS REGIA, Linné, con resultados satisfactorios .

Las mayores plantaciones se hallan ubicadas en las provincias de Mendoza, La Rioja, Catamarca, Córdoba y Buenos Aires.

A continuación consignamos una serie de datos estadísticos sobre producción y cultivos de dicho vegetal .

Provincias Territorios y Totales	Total de plantas		Producción declarada en toneladas
	En asiento	En producción	
Mendoza	26.773	23.530	271
La Rioja	11.573	16.050	210
Catamarca	9.975	9.100	214
Córdoba	4.012	11.132	117
Buenos Aires	7.978	6.459	316
Otras Provincias	9.548	8.066	178
Territorios	1.535	841	30
Totales	71.394	75.178	1.336

Estos datos fueron extraídos del último Censo Nacional Agropecuario efectuado de acuerdo a la Ley No. 12.343 del año 1937 .

DATOS ESTADISTICOS SOBRE PRODUCCION Y CULTIVOS

DEL AMYGDALUS COMMUNIS

EL AMYGDALUS COMMUNIS (L.) Var. dulcis Schneider se cultiva preferentemente en las provincias de Mendoza, Córdoba, Buenos Aires y San Juan .

El total de plantas en asiento y en producción, así como también la producción anual declarada en toneladas son las siguientes:

Provincias Territorios y Totales	Total de Plantas		Producción declarada en toneladas
	En asiento	En producción	
Mendoza	10.351	4.124	30
Córdoba	6.387	749	1
Buenos Aires	1.453	2.056	10
San Juan	1.245	1.149	5
Otras Provincias	2.674	1.585	6
Territorios	1.149	409	2
Totales	23.259	10.072	54

Del último Censo Nacional Agropecuario realizado en el país en el año 1937, de acuerdo a la Ley No. 12.343, fueron extraídos estos datos estadísticos .

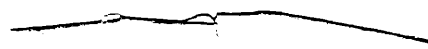
DATOS ESTADISTICOS SOBRE PRODUCCION Y CULTIVOS

DEL CORYLUS AVELLANA

El cultivo del CORYLUS AVELLANA, Linné, es considerablemente menor con relación al del JUGLANS REGIA y del AMYGDALUS COMMUNIS, no habiendo los productores declarado su rendimiento anual .

Territorios Provincias y Totales	Total de plantas		Producción declarada en toneladas
	En asiento	En producción	
Chubut	102	5.634	-
Río Negro	2.096	79	-
Otras Territorios	69	138	-
Buenos Aires	205	304	-
Mendoza	187	96	-
Santa Fé	65	71	-
Otras Provincias	125	92	-
Totales	2.849	6.414	-

Estos datos estadísticos corresponden al Censo Nacional Agropecuario efectuado según la Ley No. 12.343 del año 1937.



ANALISIS DE LAS MADERAS

En el análisis de las maderas deben ser considerados los siguientes factores(69):

- a) La porción del vegetal del cual fué extraída la muestra .
- b) La uniformidad de la muestra.
- c) El tamaño de las partículas de la muestra a ser analizada.

En nuestro caso hemos trabajado con partículas homogéneas de 5mm. de diámetro aproximadamente.

DETERMINACION DE HUMEDAD

METODO DIRECTO (por destilación)(70) : El aparato usado está formado por un balón de vidrio al que se le adaptó una trampa de Dean-Stark de 10 ml.de capacidad y un condensador vertical a reflujo.La trampa de Dean-Stark es afinada desde los 2 ml.hasta los 0 ml. .Sobre los 2 ml.el diámetro es de 18 a 19 mm.,la parte inferior a los 2 ml.está calibrada en divisiones de 0,1 ml..

El solvente usado es kerosene(71).Se pesan 10-12 g.de muestra,se agregan trozos de piedra pómez y 150 ml.de kerosene,se calienta y se destila hasta que no pase mas agua,lo cual se pone en evidencia porque el líquido de la parte superior del tubo ciego de la trampa,se mantiene límpido y no se ve caer a través del mismo pequeñas gotas de agua.Se hace la lectura y se repite 24 horas después .El número de cm^3 . multiplicado por 100 y dividido por los g.de muestra,nos da el porcentaje de humedad.

METODO DE LA PERDIDA DE PESO (72) : Una muestra exactamente pesada de alrededor de 2 g.es calentada convenientemente entre 100°C . y 105°C . enfriada en desecador y pesada,repitiendo el pro-

cedimiento hasta peso constante. La pérdida de peso multiplicada por 100 y dividida por el peso en g. de la muestra nos da el porcentaje de humedad.

DETERMINACION DE VOLATILES TOTALES Y VOLATILES, COKE, CARBON

FIJO Y CENIZAS (73)

VOLATILES TOTALES: En crisol previamente tarado se colocan 1 a 2 g. de muestra, se tapa y se coloca en triángulo de pipas, calentando con mechero Bunsen con llama de 18-20 cm. de largo que no sea luminosa. Al desprenderse las sustancias volátiles la llama se hace luminosa, dejándose de calentar el crisol cuando deja de serlo. Luego se enfría el crisol, evitando mover la tapa, en un desecador y se pesa. El peso multiplicado por 100 y dividido por el peso de la muestra en g. nos da el porcentaje de volátiles totales.

VOLATILES: Se obtiene restando el valor hallado para volátiles totales, el peso de la humedad.

COKE: Se obtiene por diferencia entre 100 y el valor de volátiles totales.

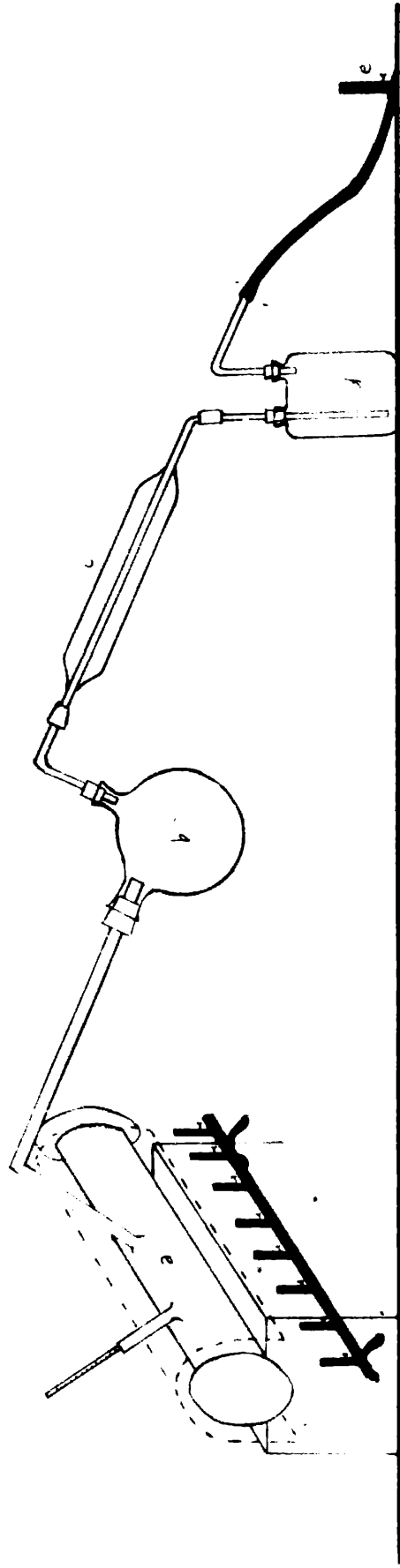
CENIZAS: Pesamos 2-3 g. de la muestra en un crisol de porcelana tarado. Lo colocamos en el interior de la mufla a 900°C. durante 1 hora y 30 minutos, luego llevamos 20 minutos a estufa a 100° C. y después a un desecador para que se enfríe y se pesa. El peso del crisol con las cenizas, menos el peso del crisol nos da el valor de las cenizas. Luego se obtiene el porcentaje.

CARBON FIJO: Se obtiene por diferencia entre los valores de coke y cenizas.

Los datos obtenidos en nuestro trabajo son los que consignamos a continuación.

Material Utilizado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Humedad	11,33%	11,34%	10,56%
Volátiles Totales	71,58%	64,97%	63,49%
Volátiles	60,25%	53,63%	52,93%
Coke	28,42%	35,03%	36,51%
Carbón fijo	27,87%	34,54%	35,93%
Cenizas	0,55%	0,49%	0,58%

Aparato de destilación



Escala 1:10

C A P I T U L O I I

DESTILACION PIROGENADA DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

APARATO UTILIZADO(74): El aparato usado en la obtención del carbón primario, cuyo esquema figura en la pagina anterior, consta de las siguientes partes:

a) Una retorta de hierro de forma cilíndrica, de 40 cm. de largo por 10 cm. de diámetro prevista de tapa y veina para el termómetro .

La retorta se calienta por 8 mecheros tipo Bunsen y mediante una plancha de amianto, se asegura una calefacción uniforme. El termómetro usado para controlar la temperatura, tiene una marca máxima de 360°C.

b) Un balón colector de 500 ml. de capacidad que hace de condensador primario.

c) Un condensador tipo Liebig que se agrega a continuación del balón colector. Este refrigerante asegura la condensación del alquitrán y del líquido piroleñoso, que no lo hace anteriormente .

d) Un frasco de Woolf de dos bocas, donde se acumula el producto condensado en (c). El contenido de este frasco se agrega al condensado en (b), obteniéndose así el total del destilado condensable.

e) Un mechero que quema los gases no condensables (CO, CH₄, etc.).

MARCHA DE LAS DESTILACIONES

Se carga la retorta con trozos del material de 1 a 2 cm. de diámetro

previamente pesado y analizado. Se cierra herméticamente la retorta, por medio de su tapa con 8 bulones a tuerca y se evitan las pérdidas de la misma, recubriéndola con yeso. A la retorta se le coloca entonces la cubierta de amianto y se conecta el tubo de desprendimiento de la misma al balón colector, por medio de un tapón de goma. Se termina de conectar el aparato según el esquema de la hoja anterior.

Una vez armado el aparato se hace circular agua por el condensador de Liebig y se coloca el termómetro en la vaina, comenzándose el calentamiento y tomando las lecturas cada 20 minutos. Regulamos el calentamiento de modo de aumentar uniformemente la temperatura a un promedio de 80°C . cada 20 minutos, hasta llegar a la temperatura máxima, manteniendo dicha temperatura hasta el final de la destilación.

El líquido que destila no lo hace antes de los 150°C .

Una vez terminada la operación, el contenido del balón colector y del frasco de Woolf se juntan y se pesa.

Se deja enfriar la retorta, luego se saca el carbón y se pesa, calculando el porcentaje.

R E S U L T A D O S O B T E N I D O S

DESTILACION PIROGENADA DEL MATERIAL UTILIZADO

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Cantidad en peso de sustancia utilizada	352 g.	523 g.	432 g.
Comienzo del calentamiento	13 horas	13 horas	13 horas
Comienzo de la destilación	13 horas 38 minutos	13 horas 43 minutos	13 horas 40 minutos
Final de la destilación	16 horas 25 minutos	16 horas 45 minutos	16 horas 20 minutos
Final del calentamiento	21 horas	21 horas	21 horas
Temperatura máxima alcanzada	360°C.	360°C.	360°C.

RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS DESTILACIONES

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Carbón obtenido	28,42 %	35,00 %	36,00 %
Destilado total	59,14 %	46,25 %	56,89 %
Gases	12,44 %	18,75 %	7,11 %

C A P I T U L O I I I

MÉTODOS DE ACTIVACION EMPLEADOS

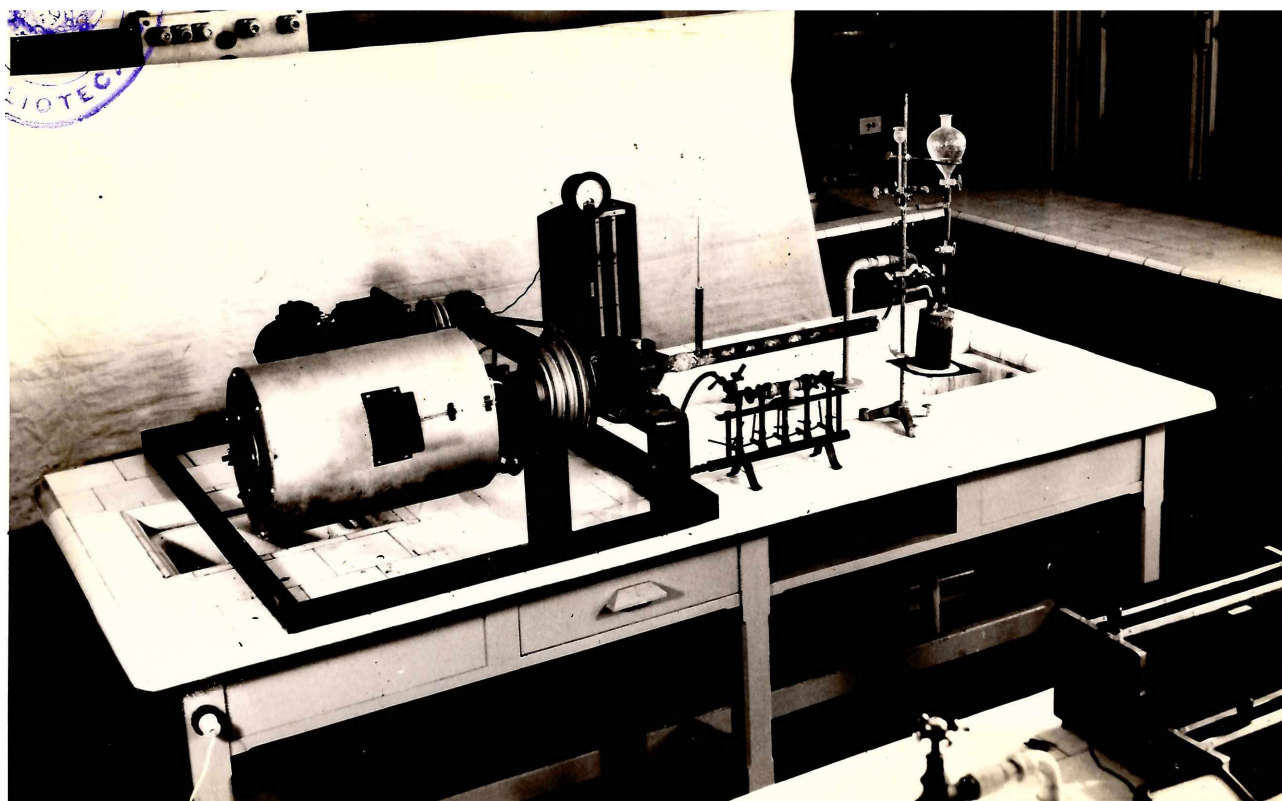
Los carbones primarios obtenidos por destilación piragenada de las maderas, fueron luego sometidos a distintos procesos de activación. De acuerdo a la bibliografía consultada se han utilizado aquellos métodos de activación que en la práctica han resultado ser los mas eficaces. En cuanto a la temperatura hemos seguido las indicaciones dadas por E. Pascal (75) que afirma que la temperatura óptima de activación está comprendida alrededor de los 900°C. .

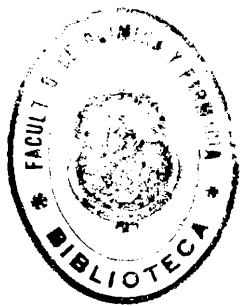
APARATOS UTILIZADOS: En las distintas activaciones hemos usado un horno rotatorio construido especialmente según diseño del Profesor Titular de la Cátedra de Química Inorgánica de Farmacia y Doctorado en Bioquímica y Farmacia, Doctor Alfredo Luis Remezzano . El mismo consta de un cilindro de cuarzo (a) de 29 cm. de largo y 5,5 cm. de diámetro cuyo fondo está encastrado en un ladrillo refractario, el cual tiene un orificio en su centro que permite la llegada de gases activantes .

El otro extremo se cierra por medio de una tapa de hierro (b), en cuyo interior tiene material refractario perforado en su centro para permitir la salida de gases provenientes de la activación; una llave de paso permite abrir o cerrar dicho conducto .

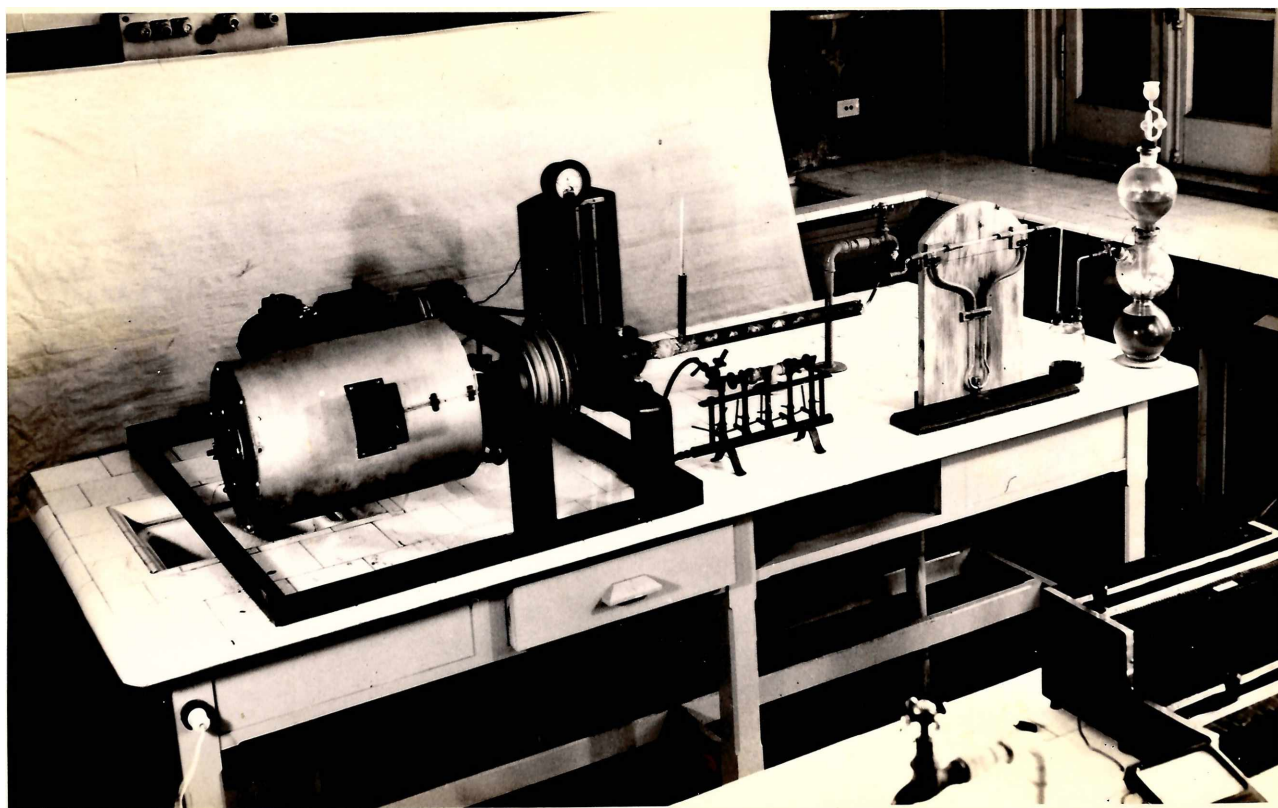
La tapa se fija por medio de cuatro tornillos a mariposa .

APARATO DE ACTIVACIÓN CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO





APARATO DE ACTIVACION CON O_2C SOBRECALENTADO



El tubo de activación se calienta por medio de una resistencia eléctrica que asegura un calentamiento uniforme y que nos permite alcanzar temperaturas deseadas, las que pueden regularse mediante una resistencia variable. El cilindro de cuarzo está dentro de otro de hierro de 42 cm. de largo por 30 cm. de diámetro, tapizado interiormente por ladrillos refractarios, protegiendo al tubo de cuarzo, al mismo tiempo que facilita su rotación y evita las pérdidas de calor por radiación.

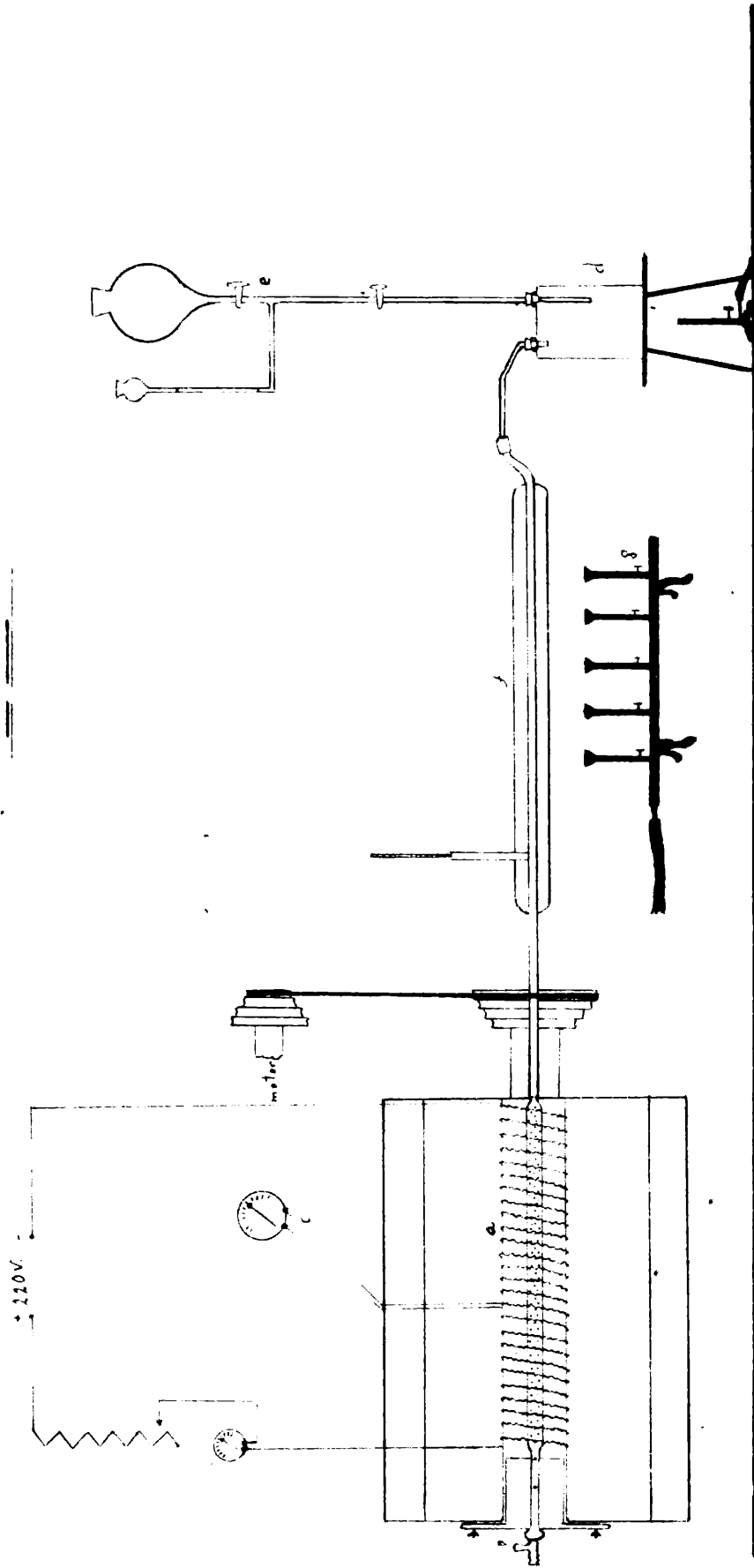
En el interior del tubo de cuarzo colocamos un distribuidor de gas, constituido por un cilindro de hierro de 29 cm. de largo por 2 cm. de diámetro. Dicho tubo tiene orificios de 4mm. de diámetro, cada 1,5 cm. aproximadamente para permitir una distribución homogénea del gas activante en el tubo de activación.

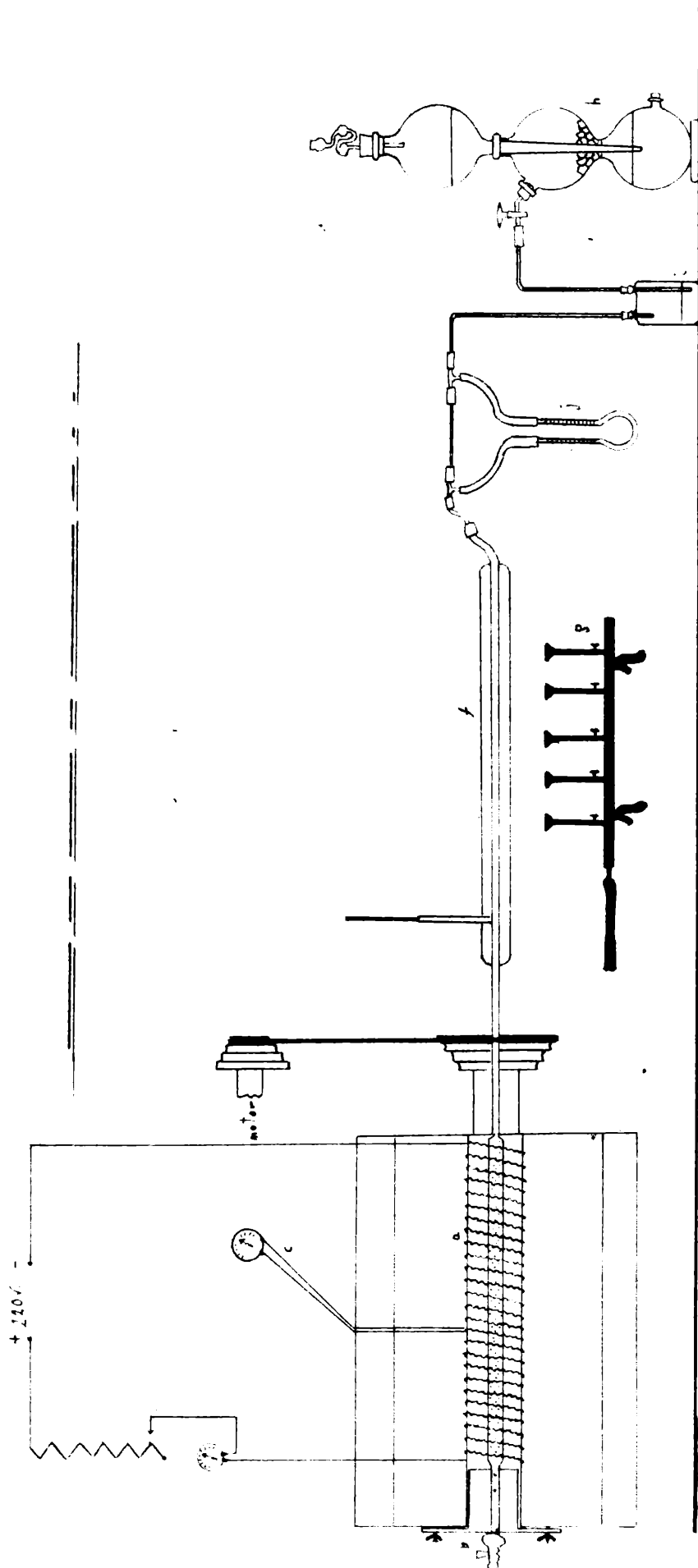
Además tenemos un par termoelectrónico (c) en contacto con la parte exterior del tubo de cuarzo, unido a una escala que nos da directamente la temperatura alcanzada.

Hemos comparado la termocupla exterior con una colocada en su interior apreciando las temperaturas máximas alcanzadas a determinados amperajes.

RESULTADOS OBTENIDOS

Amperaje	Temperatura máxima Termocupla exterior	Temperatura máxima Termocupla interior
5	700°C.	950°C.
4	600°C.	885°C.
3	550°C.	800°C.
2,5	500°C.	720°C.





Hemos usado como gases activantes, vapor de agua y O_2C sobrecalentados .

Para cada caso utilizamos un generador determinado. En el caso del vapor de agua hemos usado una caldera (d) constituida por un cilindro vertical de bronce de 12 cm. de altura por 8 cm. de diámetro, cerrado su fondo con una tapa de bronce. En la parte superior lleva una tapa soldada, con dos perforaciones. A una de ellas se le adapta una ampolla de decantación (e), la que lleva un tubo lateral con doble enrase y tiene además dos llaves de una sola vía para poder en determinado momento cerrar la superior y medir en el tubo lateral el tiempo de pasaje de un determinado volumen de agua, sin suspender la llegada de agua a la caldera. La llave inferior permite suprimir la corriente de agua cuando se lo desea.

A la otra perforación se le adapta un tubo de desprendimiento de bronce que está rodeado de un cilindro de hierro (f) de 50 cm. de largo por 3,5 cm. de diámetro cuyos extremos se han cerrado mediante una pasta hecha con silicato de sodio y amianto. Entre la pared de hierro y el tubo de desprendimiento queda una camisa de aire que permite un calentamiento uniforme. Dicho calentamiento lo efectuamos mediante una parrilla de 5 mecheros (g) provistos de sendas mariposas.

En el caso en que usamos O_2C como gas activante, hemos reemplazado el generador de vapor de agua por un Kipp (h) productor de O_2C , haciéndolo burbujear en SO_4H_2 conc. (i) para desecarlo y pasándolo por un medidor de gas (j) .

ACTIVACION POR SIMPLE CALENTAMIENTO (76)

MARCHA DE LAS OPERACIONES : El carbón primario pulverizado y tamizado por tamiz de seda N° 40 según F.A. III ed. , se introduce en el cilindro de activación y calentamos hasta llegar a la

temperatura de 900°C . ,es entonces cuando hacemos rotar el horno durante un tiempo determinado manteniendo constante la temperatura, accionando con la resistencia variable .Terminado el ensayo, se suspende el calentamiento y la rotación .Se cierra la llave de paso para evitar la entrada de aire y se deja enfriar .Una vez frío se retira el carbón obtenido y se somete al lavado con NO_3H al 2,5 por ciento, V./V. (77) .

Tomamos 100 cm^3 . de la solución diluida de NO_3H al 2,5 por ciento V./V. en cada lavado del carbón obtenido y calentamos a ebullición durante 5 minutos y filtramos. Repetimos los lavados hasta que cumpla los ensayos de pureza de la F.A. III ed..Luego lavamos con agua destilada calentada a ebullición en porciones de 100 cm^3 ., hasta que de con solución sulfúrica de brucina, una coloración similar a la dada por una solución que contiene 1 cm^3 . de NO_3H D.1,40 en $10.000.000.\text{cm}^3$. de agua destilada .

Luego lo desecamos durante 1 hora a 120°C . ,pulverizamos y tamizamos por tamiz de seda N° 40 según F.A. III ed. y volvemos a desecarlo en pesafiltro, esta vez hasta peso constante y lo mantenemos luego en un desecador .

R E S U L T A D O S O B T E N I D O S

ACTIVACION POR SIMPLE CALENTAMIENTO DURANTE 30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Juglans Regia
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Temperatura de activación	900°C.
Duración total de la operación	2 horas 7 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	15,28 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	76,40%
Rendimiento a partir del material empleado	21,71%
Rendimiento a partir del fruto del Juglans Regia	10,75%

ACTIVACION POR SIMPLE CALENTAMIENTO DURANTE 30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Amygdalus Communis
Número de revoluciones por minuto: del horno rotatorio	10
Temperatura de activación	900°C.
Duración total de la operación	2 horas 5 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	13,73 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	68,65 %
Rendimiento a partir del material empleado	23,02 %
Rendimiento a partir del fruto del Amygdalus Communis	15,25 %

ACTIVACION POR SIMPLE CALENTAMIENTO DURANTE 30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Corylus Avellana
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Temperatura de activación	900°C.
Duración total de la operación	2 horas 7 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	15,20 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	76,00 %
Rendimiento a partir del material empleado	27,36 %
Rendimiento a partir del fruto del Corylus Avellana	11,95 %

ACTIVACION CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO

MARCHA DE LAS OPERACIONES : Una vez colocada la muestra de carbón primario, previamente pulverizada y tamizada por tamiz N° 40 según F.A. III ed., en el tubo de reacción y puesto el aparato en condiciones de funcionar, se calienta hasta alcanzar la temperatura de 900°C. en su interior. Se lo hace rotar y se inyecta vapor de agua sobrecalentado a la temperatura de 360°C. durante el tiempo requerido para el ensayo, tratando de mantener la temperatura constante para lo cual se manobra con la resistencia variable.

Llegado al término de la operación suspendemos el calentamiento, el pasaje de vapor de agua y la rotación del horno, dejando enfriar. Una vez frío, retiramos el carbón y procedemos al lavado con NO_3H al 2,5 por ciento, V./V., luego con agua destilada y por último desecamos a 120°C. ,1 hora, tamizamos por tamiz N°40 y llevamos a estufa a 120°C. hasta peso constante y lo dejamos enfriar en un desecador.

RESULTADOS OBTENIDOS

ACTIVACION CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE 15 MINUTOS

Origen del carbón primario	Juglans Regia
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	3 lcm.
Duración total de la operación	1 hora 50 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	10,52 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	52,60 %
Rendimiento a partir del material empleado	14,94 %
Rendimiento a partir del fruto del Juglans Regia	6,71 %

ACTIVACION CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE 15 MINUTOS

Origen del carbón primario	Amygdalus Communis
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	1cm. ³
Duración total de la operación	I hora 52 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	11,12 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	55,60 %
Rendimiento a partir del material empleado	19,46 %
Rendimiento a partir del fruto del Amygdalus Communis	12,25 %

ACTIVACION CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE 15 MINUTOS

Origen del carbón primario	Corylus Avellana
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	1 cm. ³
Duración total de la operación	1 hora 50 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	10,35 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	51,75 %.
Rendimiento a partir del material empleado	18,63 %.
Rendimiento a partir del fruto del Corylus Avellana	8,13 %

ACTIVACION CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE 30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Juglans Regia
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	1 cm. ³
Duración total de la operación	2 horas 6 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	9,72 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	48,60 %
Rendimiento a partir del material empleado	13,82 %
Rendimiento a partir del fruto del Juglans Regia	6,46 %

ACTIVACION CON VAPOR DE AGUA SOBRESCALENTADO DURANTE 30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Amygdalus Communis
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	1 cm. ³
Duración total de la operación	2 horas 10 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	10,32 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	51,60 %
Rendimiento a partir del material empleado	18,06 %
Rendimiento a partir del fruto del Amygdalus Communis	11,27 %

ACTIVACION CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE 30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Corylus Avellana
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	1 cm. ³
Duración total de la operación	2 horas 7 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	9,91 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	49,55 %
Rendimiento a partir del material empleado	17,84 %
Rendimiento a partir del fruto del Corylus Avellana	7,79 %

MÉTODOS COMBINADOS

MARCHA DE LAS OPERACIONES: El carbón primario pulverizado y tamizado por tamiz de seda No. 40, lo tratamos en cápsula de porcelana con solución de Cl_2Zn al 45 por ciento (78) en una proporción de 70 partes de carbón primario y 30 partes de Cl_2Zn .

La misma proporción hemos usado cuando impregnamos el carbón primario con Cl_2Mg y SNa_2 . Mezclamos y dejamos en contacto 24 horas aproximadamente. Luego introducimos la mezcla en el tubo de activación y calentamos hasta llegar a 900°C ., es entonces cuando hacemos rotar el horno y se introducen los gases oxidantes, vapor de agua o O_2C , sobrecalentados, durante un tiempo determinado y manteniendo la temperatura constante, mediante la resistencia variable. Terminado el ensayo se suspende el calentamiento, la rotación y el pasaje del gas activante y se deja enfriar. Una vez frío se retira, se somete al lavado con NO_3H al 2,5 por ciento V./V., luego con agua destilada; sometiéndolo después 1 hora a 120°C ., se pulveriza y se tamiza por tamiz de seda N^o 40 y por último se lleva nuevamente a estufa a 120°C ., a peso constante, dejándolo enfriar en un desecador.

R E S U L T A D O S O B T E N I D O S

ACRIVACION CON Cl_2 Zn Y O_2 C SOBRECALIENTADO DURANTE 15 MINUTOS

Origen del carbón primario	Juglans Regia
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Índice de impregnación	$0,43 \frac{\text{g. de } Cl_2 \text{ Zn}}{\text{g. de carbón}}$
Volumen de O_2 C por minuto	1.000 cm ³
Duración total de la operación	1 hora 52 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	9,15 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	45,75 %
Rendimiento a partir del material empleado	13,01 %
Rendimiento a partir del fruto del Juglans Regia	5,84 %

ACTIVACION CON Cl_2 Zn Y O_2 C SOBRECALENTADO DURANTE 15 MINUTOS

Origen del carbón primario	Amygdalus Communis
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{g. \text{ de } Cl_2 Zn}{g. \text{ de carbón}}$
Volumen de O_2 C por minuto	1.000 cm ³
Duración total de la operación	I hora 50 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	9,04 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	45,20 %
Rendimiento a partir del material empleado	15,82 %
Rendimiento a partir del fruto del Amygdalus Communis	9,96 %

ACTIVACION CON Cl_2 EN Y O_2 C SOBRECALENTADO DURANTE 15 MINUTOS

Origen del carbón primario	Corylus Avellana
Número de revoluciones por minuto del mismo rotatorio	10
Índice de impregnación	0,43 $\frac{g. \text{ de } Cl_2, Zn}{g. \text{ de carbón}}$
Volumen de O_2 por minuto	1.000 cm^3
Duración total de la operación	1 hora 52 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	9,15 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	45,75 %
Rendimiento a partir del material empleado	16,47 %
Rendimiento a partir del fruto del Corylus Avellana	8,19 %

ACTIVACION CON Cl_2Zn y O_2C SOBRESALIENTADO DURANTE 30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Juglans Regia
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Índice de impregnación	0,43 $\frac{g. \text{ de } Cl_2Zn}{g. \text{ de carbón}}$
Volumen de O_2C por minuto	1.000 cm. ³
Duración total de la operación	2 horas 6 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	8,97 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	44,85 %
Rendimiento a partir del material empleado	12,74 %
Rendimiento a partir del fruto del Juglans Regia	5,72 %

ACTIVACION CON Cl_2Zn Y O_2C SOBRECALIENTADO DURANTE 30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Amygdalus Communis
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{g. \text{ de } Cl_2Zn}{g. \text{ de carbón}}$
Volumen de O_2C por minuto	1.000 cm. ³
Duración total de la operación	2 horas 7 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	8,56 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	42,80 %
Rendimiento a partir del material empleado	15,06 %
Rendimiento a partir del fruto del Amygdalus Communis	9,48 %

ACTIVACION CON Cl_2Zn Y O_2C SOBRECALIENTADO DURANTE 30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Corylus Avellana
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{g. \text{ de } Cl_2Zn}{g. \text{ de carbón}}$
Volumen de O_2C por minuto	1.000 cm. ³
Duración total de la operación	2 horas 5 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	9,05 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	45,25 %
Rendimiento a partir del material empleado	16,29 %
Rendimiento a partir del fruto del Corylus Avellana	7,11 %

ACTIVACION CON Cl_2 Y O_2 SOBRECALIENTADO DURANTE 20 MINUTOS

Origen del carbón primario	Juglans Regia
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{g. \text{ de } Cl_2}{g. \text{ de carbón}}$
Volumen de O_2 por minuto	1.000 cm ³
Duración total de la operación	I hora 55 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	7,79 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	38,95 %
Rendimiento a partir del material empleado	11,06 %
Rendimiento a partir del fruto del Juglans Regia	4,97 %

ACTIVACION CON Cl₂Mg Y O₂C SOBRECALIENTADO DURANTE 20 MINUTOS

Origen del carbón primario	Amygdalus Communis
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Índice de impregnación	0,43 $\frac{\text{g. de Cl}_2\text{Mg}}{\text{g. de carbón}}$
Volumen de O ₂ C por minuto	1.000 cm ³
Duración total de la operación	1 hora 58 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	8,11 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	40,55 %
Rendimiento a partir del material empleado	15,94 %
Rendimiento a partir del fruto del Amygdalus Communis	10,04 %

ACTIVACION CON Cl_2 Y O_2 SOBRECALIENTADO DURANTE 20 MINUTOS

Origen del carbón primario	Corylus Avellana
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{g. de Cl_2}{g. de carbón}$
Volumen de O_2 por minuto	1.000 cm. ³
Duración total de la operación	I hora 57 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	8,05 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	40,25 %
Rendimiento a partir del material empleado	11,43 %
Rendimiento a partir del fruto del Corylus Avellana	5,13 %

PREPARACION CON SNa_2 Y O_2C SOBRECALENTADO DURANTE 20 MINUTOS:

Origen del carbón primario	Juglans Regia
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{\text{g. de } \text{SNa}_2}{\text{g. de carbón}}$
Volumen de O_2C por minuto	1.000 cm.^3
Duración total de la operación	1 hora 57 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	7,67 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	38,35 %
Rendimiento a partir del material empleado	10,89 %
Rendimiento a partir del fruto del Juglans Regia	4,89 %

ACTIVACION CON SNa_2 Y O_2C SOBRECALENTADO DURANTE 20 MINUTOS

Origen del carbón primario	Amygdalus Communis
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{\text{g. de } \text{SNa}_2}{\text{g. de carbón}}$
Volumen de O_2C por minuto	1.000 cm^3
Duración total de la operación	1 hora 54 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	7,32 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	36,60 %
Rendimiento a partir del material empleado	12,81 %
Rendimiento a partir del fruto del Amygdalus Communis	8,06 %



ACTIVACION CON SNa_2 Y O_2 SOBRECALENTADO DURANTE 20 MINUTOS

Origen del carbón primario	Corylus Avellana
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Índice de impregnación	0,43 $\frac{\text{g. de } \text{SNa}_2}{\text{g. de carbón}}$
Volumen de O_2 por minuto	1.000 cm. ³
Duración de la operación	1 hora 58 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	7,15 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	35,75 %
Rendimiento a partir del material empleado	12,87 %
Rendimiento a partir del fruto del Corylus Avellana	5,62 %

ACTIVACION CON Cl_2Zn Y VAPOR DE AGUA SOBRECALIENTADO DURANTE

15 MINUTOS

Origen del carbón primario	Juglans Regia
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{g. \text{ de } Cl_2Zn}{g. \text{ de carbón}}$
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	1 cm ³
Duración total de la operación	1 hora 53 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	3,73 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	43,90 %
Rendimiento a partir del material empleado	12,47 %
Rendimiento a partir del fruto del Juglans Regia	5,60 %

ACTIVACION CON Cl₂Zn Y VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE

15 MINUTOS

Origen del carbón primario	Amygdalus Communis
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{\text{g. de Cl}_2\text{Zn}}{\text{g. de carbón}}$
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	1 cm. ³
Duración total de la operación	1 hora 50 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	8,57 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	42,85 %
Rendimiento a partir del material empleado	14,99 %
Rendimiento a partir del fruto del Amygdalus Communis	9,44 %

ACTIVACION CON Cl_2Zn Y VAPOR DE AGUA SOBRECALIENTADO DURANTE

15 MINUTOS

Origen del carbón primario	Corylus Avellana
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{g. \text{ de } Cl_2Zn}{g. \text{ de carbón}}$
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	1 cm^3
Duración total de la operación	1 hora 52 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	8,94 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	44,70 %
Rendimiento a partir del material empleado	16,09 %
Rendimiento a partir del fruto del Corylus Avellana	7,02 %

ACTIVACION CON Cl_2 , Zn Y VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE
30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Juglans Regia
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{g. \text{ de } Cl_2, Zn}{g. \text{ de carbón}}$
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	1cm. ³
Duración total de la operación	2 horas 8 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	8,31 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	41,55 %
Rendimiento a partir del material empleado	11,80 %
Rendimiento a partir del fruto del Juglans Regia	5,30 %

ACTIVACION CON Cl₂Zn Y VAPORES DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE
30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Amygdalus Communis
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{\text{g. de Cl}_2\text{Zn}}{\text{g. de carbón}}$
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	1 cm. ³
Duración total de la operación	2 horas 5 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	8,43 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	42,15 %
Rendimiento a partir del material empleado	14,15 %
Rendimiento a partir del fruto del Amygdalus Communis	9,29 %

ACTIVACION CON Cl₂Zn Y VAPOR DE AGUA SOBRECALIENTADO DURANTE
30 MINUTOS

Origen del carbón primario	Corylus Avellana
Número de revoluciones por minuto del horno rotatorio	10
Indice de impregnación	0,43 $\frac{\text{g. de Cl}_2\text{Zn}}{\text{g. de carbón}}$
Volumen de agua transformada en vapor por minuto	1cm ³
Duración total de la operación	2 horas 4 minutos
Cantidad de carbón primario empleada	20 g.
Cantidad de carbón obtenida	8,15 g.
Rendimiento a partir del carbón primario	40,75 %
Rendimiento a partir del material empleado	14,67 %
Rendimiento a partir del fruto del Corylus Avellana	6,40 %

C A P I T U L O IV

ENSAYOS DE PUREZA

La F.A. III ed. dice al respecto: " que el carbón activado, es un polvo finísimo, inodoro e insípido, que expuesto al aire fija humedad, así como muchos gases "y establece a continuación una serie de ensayos de pureza que deben cumplir los carbones activados para ser considerados aptos para el uso médico .Dichos ensayos se basan en los trabajos de Rosin, Beal y Szalkowsky (79) y son, los que transcribimos a continuación :

- a) Cenizas: Por incineración no debe dejar mas de 4 por ciento de residuo.
- b) Agua y otras sustancias volátiles :Por desecación a 120°C . hasta peso constante, no deberá perder más de 1 por ciento de su peso
- c) Carbonización :Hervánse durante medio minuto 0,25 g. de carbón activado con 10 cm^3 . de solución al 4 por ciento P/V. de HONa y fíltrese: el filtrado deberá ser incoloro.
- d) Reacción : Hervir 2 g. de carbón activado con 50 cm^3 . de agua destilada durante 5 minutos; fíltrese y regenérese el volumen primitivo pasando por el filtro cantidad suficiente de agua destilada: el filtrado deberá ser incoloro y neutro al tornasol. Además distintas porciones de 10 cm^3 . cada una, deberán cumplir con los ensayos siguientes: no deberá contener más cloruros que el equivalente a $1,5\text{ cm}^3$

de solución 0,02 N. de ClH , ni más sulfatos que el equivalente a 1 cm^3 . de solución 0,02 N. de SO_4H_2 .

e) Sulfuros : Hiérvase 1 g. de carbón activado con 20 cm^3 . de agua destilada y 5 cm^3 . de ClH , durante 5 minutos, colocando en la boca del recipiente un papel de acetato de plomo: éste último no deberá oscurecerse. Filtrese el líquido en un crisol tarado; añádase al filtrado 1 cm^3 . de SO_4H_2 ; evapórese a sequedad; calcínese al rojo sombra hasta peso constante y pésese el residuo: no deberá pesar más de 0,035 g. (substancias solubles en ácido).

f) Metales pesados: Hiérvase durante 5 minutos, 1 g. de carbón activado con 20 cm^3 . de ClH diluido y 5 cm^3 . de agua de Br_2 ; fíltrese; lávese el carbón y el filtro con 50 cm^3 . de agua destilada caliente; evapórense los filtrados reunidos hasta sequedad; trátese el residuo con una mezcla de 1 cm^3 . de ClH N., 20 cm^3 . de agua destilada y 5 cm^3 . de solución de SO_3H_2 , hirviendo hasta que se haya eliminado totalmente el O_2S y complétese el volumen de 50 cm^3 . con agua destilada. Añádase a 10 cm^3 . de esta solución, 5 cm^3 . de solución de SH_2 (R.); no deberá producirse cambio de coloración dentro del término de 10 segundos. A otra porción de 10 cm^3 ., añádase 5 gotas de NO_3H ; caliéntese a ebullición añádase un exceso de NH_3 diluido; vuélvase a hervir y fíltrese: el filtrado añadido de 5 cm^3 . de solución de SH_2 (R.), a lo sumo producirá una débil coloración, pero no enturbiamiento dentro del término de 2 minutos.

g) Compuestos de cianógeno : En un aparato de destilación ordinaria, con juntas perfectas para evitar pérdidas, colóquense 5g. de carbón activado, 2 g. de ácido tartárico y 50 cm^3 . de agua destilada y destíllense unos 25 cm^3 . de líquido; haciéndolo llegar, por

medio de la porción terminal del refrigerante, debajo de una solución hecha con 10 cm³. de agua destilada y 2 cm³. de solución de HONa (R.) contenida en un frasco rodeado de hielo. Dilúyase el destilado hasta 50 cm³. con agua destilada y mézclese bien; añádanse a 25 cm³. de la solución unos 0,05 g. de SO₄Fe disueltos en 1 cm³. de agua destilada, caliéntese hasta casi ebullición; enfríese y añádase 1 cm³. de ClH : no deberá producirse coloración azul .

RESULTADOS OBTENIDOS

CARBONES PRIMARIOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Cenizas	2,22 %	3,85 %	2,34 %
Agua y sustancias volátiles	8,15 %	9,86 %	7,29 %
Carbonización incompleta	Positivo	Positivo	Positivo
Cloruros	Positivo	Positivo	Positivo
Sulfatos	Positivo	Positivo	Positivo
Sulfuros	Negativo	Negativo	Negativo
Substancias solubles en ácido por g. de carbón	0,022 g.	0,015 g.	0,019 g.
Metales Pesados	Negativo	Negativo	Negativo
Reacción	Alcalina	Alcalina	Alcalina
Compuestos del Cianógeno	Negativo	Negativo	Negativo

CARBONES ACTIVADOS POR SIMPLE CALENTAMIENTO

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Cenizas	3,97 %	4,04 %	2,73 %
Agua y sustancias volátiles	9,18 %	8,75 %	10,90 %
Carbonización incompleta	Negativo	Negativo	Negativo
Cloruros	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfatos	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfuros	Negativo	Negativo	Negativo
Substancias solubles en ácido por g. de carbón	0,020 g.	0,012 g.	0,017 g.
Metales Pesados	Negativo	Negativo	Negativo
Reacción	Neutra	Neutra	Neutra
Compuestos d del Cianógeno	Negativo	Negativo	Negativo

JARBONES ACTIVADOS CON VAPOUR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE

15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Cenizas	3,97 %	2,50 %	2,08 %
Agua y substancias volátiles	7,93 %	9,15 %	8,42 %
Carbonización incompleta	Negativo	Negativo	Negativo
Cloruros	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfatos	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfuros	Negativo	Negativo	Negativo
Substancias solubles en ácido por g. de carbón	0,012 g.	0,014 g.	0,018 g.
Metales Pesados	Negativo	Negativo	Negativo
Reacción	Neutra	Neutra	Neutra
Compuestos del Cianógeno	Negativo	Negativo	Negativo

CARBONES ACTIVADOS CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Cenizas	2,05 %	3,78 %	1,27 %
Agua y substancias volátiles	8,02 %	6,95 %	9,54 %
Carbonización incompleta	Negativo	Negativo	Negativo
Cloruros	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfatos	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfuros	Negativo	Negativo	Negativo
Substancias solubles en ácido por g. de carbón	0,017 g.	0,023 g.	0,021 g.
Metales Pesados	Negativo	Negativo	Negativo
Reacción	Neutra	Neutra	Neutra
Compuestos del Cianógeno	Negativo	Negativo	Negativo

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Zn Y O_2 SOBRECALENTADO DURANTE

15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Cenizas	5,52 %	3,42 %	1,66 %
Agua y sustancias Volátiles	7,64 %	9,54 %	9,23 %
Carbonización incompleta	Negativo	Negativo	Negativo
Cloruros	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfatos	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfuros	Negativo	Negativo	Negativo
Substancias solubles en ácido per g. de carbón	0,018 g.	0,015 g.	0,021 g.
Metales Pesados	Negativo	Negativo	Negativo
Reacción	Neutra	Neutra	Neutra
Compuestos del Cianógeno	Negativo	Negativo	Negativo

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Zn Y O_2 C SOBRECALENTADO DURANTE

30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Cenizas	6,53 %	6,05 %	4,33 %
Agua y sustancias volátiles	8,32 %	8,35 %	7,82 %
Carbonización incompleta	Negativo	Negativo	Negativo
Cloruros	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfatos	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfuros	Negativo	Negativo	Negativo
Substancias solubles en ácido por g. de carbón	0,023 g.	0,012 g.	0,014 g.
Metales Pesados	Negativo	Negativo	Negativo
Reacción	Neutra	Neutra	Neutra
Compuestos del Cianógeno	Negativo	Negativo	Negativo

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Mg Y O_2 SOBREGALENTADO DURANTE

20 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Cenizas	4,64 %	1,45 %	1,40 %
Agua y sustancias volátiles	8,64 %	9,72 %	8,45b%
Carbonización incompleta	Negativo	Negativo	Negativo
Cloruros	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfatos	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfuros	Negativo	Negativo	Negativo
Substancias solubles en ácido por g. de carbón	0,026 g.	0,018 g.	0,016 g.
Metales Pesados	Negativo	Negativo	Negativo
Reacción	Neutra	Neutra	Neutra
Compuestos del Cianógeno	Negativo	Negativo	Negativo

CARBONES ACTIVADOS CON SNa_2 Y O_2C SOBRECALIENTADO DURANTE

20 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Cenizas	7,04 %	5,50 %	4,68 %
Agua y sustancias volátiles	10,06 %	11,85 %	9,43 %
Carbonización incompleta	Negativo	Negativo	Negativo
Cloruros	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfatos	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfuros	Negativo	Negativo	Negativo
Substancias solubles en ácido por g. de carbón	0,023 g.	0,018 g.	0,021 g.
Metales Pesados	Negativo	Negativo	Negativo
Reacción	Neutra	Neutra	Neutra
Compuestos del Cianógeno	Negativo	Negativo	Negativo

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Zn Y VAPORES DE AGUA SOBREGALENTADO

DURANTE 15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Cenizas	4,78 %	2,15 %	2,09 %
Agua y sustancias volátiles	8,72 %	8,43 %	9,54 %
Carbonización incompleta	Negativo	Negativo	Negativo
Cloruros	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfatos	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfuros	Negativo	Negativo	Negativo
Substancias solubles en ácido por g. de carbón	0,018 g.	0,028 g.	0,019 g.
Metales Pesados	Negativo	Negativo	Negativo
Reacción	Neutra	Neutra	Neutra
Compuestos del Cianógeno	Negativo	Negativo	Negativo

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Zn Y VAPOR DE AGUA SOBRECALIENTADO

DURANTE 30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Cenizas	4,55 %	4,68 %	4,72 %
Agua y sustancias volátiles	9,85 %	7,28 %	7,36 %
Carbonización incompleta	Negativo	Negativo	Negativo
Cloruros	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfatos	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfuros	Negativo	Negativo	Negativo
Substancias solubles en ácido por g. de carbón	0,018 g.	0,016 g.	0,023 g.
Metales Pesados	Negativo	Negativo	Negativo
Reacción	Neutra	Neutra	Neutra
Compuestos del Cianógeno	Negativo	Negativo	Negativo

CARBONES ACTIVADOS COMERCIALES

Material empleado	"Tipo A"	"Tipo B"	"Tipo C"
Cenizas	6,61 %	4,12 %	3,16 %
Agua y sustancias volátiles	7,96 %	12,98 %	23,48 %
Carbonización incompleta	Positivo	Negativo	Negativo
Cloruros	Positivo	Negativo	Negativo
Sulfatos	Negativo	Negativo	Negativo
Sulfuros	Negativo	Negativo	Negativo
Substancias solubles en ácido por g. de carbón	0,033 g.	0,014 g.	0,017 g.
Metales Pesados	Negativo	Negativo	Negativo
Reacción	Neutra	Neutra	Neutra
Compuestos del Cianógeno	Negativo	Negativo	Negativo

Observando los cuadros anteriores, comprobamos que los carbones primarios, presentan reacción alcalina, dando además positivos los ensayos de cloruros y sulfatos; esto se justifica teniendo en cuenta que dichos carbones no han sido sometidos a lavado alguno. Además presentan una carbonización incompleta .

Los carbones obtenidos por activación por simple calentamiento cumplen los requisitos de pureza a excepción del proveniente del Amygdalus Communis que supera ligeramente el límite de cenizas exigido, lo que a nuestro juicio no constituye ningún inconveniente .

Los carbones obtenidos por activación con vapor de agua sobrecalentado, cumplen totalmente los ensayos de pureza. No sucede lo mismo con los activados con Cl_2Zn y O_2C sobrecalentado , que superan el mínimo de cenizas exigido por la F.A. III ed., a excepción de los carbones activados obtenidos del Amygdalus Communis y del Corylus Avellana, en que la corriente de O_2C fué de 15 minutos, que responden a todas las exigencias .

En cuanto a los carbones obtenidos por activación con Cl_2Mg y O_2C sobrecalentado, cumplen los ensayos de pureza a excepción del proveniente del Juglans Regia que supera ligeramente el límite mínimo de cenizas exigido .

En las activaciones practicadas con SNa_2 y O_2C sobrecalentado, los carbones obtenidos superan el tenor de cenizas exigido, resultando satisfactorios los demás ensayos .

Los carbones activados con Cl_2Zn y vapor de agua sobrecalentado satisfacen en cuanto a los ensayos de pureza, pero los provenientes del Juglans Regia superan ligeramente el límite de cenizas, lo mismo sucede con los carbones obtenidos del Amygdalus Communis y del

Corylus Avellana en que se pasó una corriente de vapor de agua durante 30 minutos .

En lo que respecta a los carbones activados que circulan en el comercio hemos ensayado tres tipos denominándolos "A" ,"B "y"C". Observamos que el tipo "A" supera el límite establecido por la F.A. III ed. en lo referente a las cenizas y cloruros, presentando además una carbonización incompleta .

El "B " supera ligeramente el límite de cenizas, por lo demás cumple con las exigencias establecidas .

El tipo denominado " C " presenta la particularidad de su elevado contenido en substancias volátiles a 120°C., cumpliendo las demás condiciones .

C A P I T U L O V

ENSAYOS DE ACTIVIDAD

Hemos determinado el poder adsorbente de los carbones obtenidos efectuando los ensayos de actividad correspondientes, frente al azul de metileno, al sulfato de estricnina y al SH_2 cuyas técnicas hemos descrito en el capítulo VI de la primera parte.

ENSAYOS DE ADSORCIÓN DE SULFATO DE ESTRICNINA

Para dichos ensayos adoptamos el método propuesto por Lockhart (80). La estricnina en exceso, con ClH y Zn o Zn/Hg , produce con oxidantes color rojo.

Nosotros hemos utilizado para su valoración un colorímetro fotoeléctrico .

La F.A. III ed. exige un poder adsorbente mínimo correspondiente a 100 mg. de sulfato de estricnina por g. de carbón activado .

RESULTADOS OBTENIDOS

CARBONES PRIMARIOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	13,5°C. a 15,5°C.	13,5°C. a 15,4°C.	13,5°C. a 15,4°C.
mg. de sulfato de estri- cina adsorbidos por g. de carbón	2,22	2,22	3,88

CARBONES ACTIVADOS POR SIMPLE CALENTAMIENTO

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	13,5°C. a 15,5°C.	12,7°C. a 14,7°C.	12,8°C. a 14,8°C.
mg. de sulfato de estri- cina adsorbidos por g. de carbón	43,67	64,36	73,45

CARBONES ACTIVADOS CON VAPOR DE AGUA SOBREGALENTADO DURANTE15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	12,0°C. a 13,9°C.	11,5°C. a 13,7°C.	12,5°C. a 13,8°C.
mg. de sulfato de estri- nina adsorbidos por g. de carbón	152,80	159,63	117,65

CARBONES ACTIVADOS CON VAPOR DE AGUA SOBREGALENTADO DURANTE30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	12,1°C. a 14,5°C.	12,1°C. a 13,8°C.	12,2°C. a 13,9°C.
mg. de sulfato de estri- nina adsorbidos por g. de carbón	131,26	128,45	130,08

CARBONES ACTIVADOS CON CL₂Zn Y O₂ SOBREGALENTADO DURANTE15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	13,5°C. a 14,9°C.	13,0°C. a 14,9°C.	13,5°C. 14,4°C.
mg. de sulfato de estri- nina adsorbidos por g. de carbón	48,88	126,53	73,70

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 Y O_2 SOBRECALENTADO DURANTE30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	13,5°C.a 15,5°C.	13,1°C.a 14,6°C.	13,1°C.a 14,3°C.
mg. de sulfato de estri- cina adsorbida por g. de carbón	43,76	80,36	185,58

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 Y O_2 SOBRECALENTADO DURANTE20 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	12,9°C.a 14,2°C.	12,5°C.a 13,5°C.	13,2°C.a 14,5°C.
mg. de sulfato de estri- cina adsorbida por g. de carbón	51,86	42,69	34,62

CARBONES ACTIVADOS CON SNH_4 Y O_2 SOBRECALENTADO DURANTE20 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	14,2°C.a 15,8°C.	13,9°C.a 14,9°C.	14,5°C.a 15,6°C.
mg. de sulfato de estri- cina adsorbida por g. de carbón	76,72	84,24	74,68

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Zn Y VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADODURANTE 15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	13,5°C.a 15,2°C.	13,5°C.a 15,0°C.	13,5°C.a 15,3°C.
mg. de sulfato de estri- cina adsorbida por g. de carbón	172,34	124,79	150,02

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Zn Y VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADODURANTE 30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	11,1°C.a 12,2°C.	11,1°C.a 12,5°C.	11,2°C.a 12,8°C.
mg. de sulfato de estri- cina adsorbida por g. de carbón	118,84	172,21	180,81

CARBONES ACTIVADOS COMERCIALES

Material empleado	"Tipo A"	"Tipo B"	"Tipo C"
Temperatura	14,7°C.a 16,2°C.	15,5°C.a 16,3°C.	11,8°C.a 13,9°C.
mg. de sulfato de estri- cina adsorbida por g. de carbón	90,40	152,40	80,00

Al observar los cuadros anteriores comprobamos que a pesar de haber obtenido activación por simple calentamiento no alcanzó el límite requerido por la F.A. III ed.

En lo que refiere a la activación por vapor de agua, todos los ensayos realizados superan netamente, las exigencias mínimas establecidas.

De los carbones activados con Cl_2Zn y O_2C , solo han dado resultados satisfactorios los obtenidos a partir del *Amygdalus Communis* y del *Corylus Avellana*, cuando la duración de la corriente fué de 15 y 30 minutos, respectivamente.

No se alcanzó el poder adsorbente mínimo exigido, en los ensayos de activación realizados con Cl_2Mg y O_2C y con SNa_2 y O_2C .

Con los carbones activados con Cl_2Zn y vapor de agua hemos obtenido resultados netamente superiores a los exigidos.

Hemos de señalar que de todos ellos el carbón obtenido a partir del *Corylus Avellana*, activado con Cl_2Zn y O_2C durante 30 minutos, es el que tiene poder adsorbente mayor.

De los ensayos realizados sobre carbones de actividad reconocida, tan solo el denominado tipo " B ", ha superado la exigencia mínima de la F.A. III ed.

ENSAYOS DE ADSORCION DE AZUL DE METILENO

De acuerdo a las consideraciones de Lockart (81) hemos adoptado el método de la F.A. III ed. .

Podemos expresar la actividad en mg. de azul de metileno por g. de carbón, teniendo en cuenta que 1 cm³. de solución 0,1 N. de I₂ equivale a 0,005328 g. de azul de metileno.

El límite mínimo exigido por la F.A. III ed. dado los datos en mg. de azul de metileno por g. de carbón, corresponden a 74,59 mg. de azul de metileno .

R E S U L T A D O S O B T E N I D O S

CARBONES PRIMARIOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	14,9°C.a 16,1°C.	15,3°C.a 16,2°C.	14,7°C.a 15,9°C.
cm. ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por 0,25 g. de carbón	0,00	0,25	0,25
Mg. de azul de metileno adsorbidos por g. de carbón	0,00	5,38	5,38

CARBONES ACTIVADOS POR SIMPLE CALENTAMIENTO

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	12,6°C.a 14,4°C.	14,9°C.a 15,8°C.	13,2°C.a 16,1°C.
cm. ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por 0,25 g. de carbón	1,23	0,74	2,03
Mg. de azul de metileno adsorbidos por g. de carbón	26,29	15,83	43,45

CARBONES ACTIVADOS CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,9°C.a 17,8°C.	14,6°C.a 16,3°C.	12,6°C.a 14,2°C.
cm. ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por 0,25 g. de carbón	8,32	7,50	7,70
Mg. de azul de metileno adsorbidos por g. de carbón	177,31	159,75	164,22

CARBONES ACTIVADOS CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	13,5°C.a 14,9°C.	15,1°C.a 16,7°C.	13,9°C.a 15,7°C.
cm. ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por 0,25 g. de carbón	4,24	5,58	5,45
Mg. de azul de metileno adsorbidos por g. de carbón	90,38	119,02	116,14

CARBONES ACTIVADOS CON Cl₂ Zn Y O₂ SOBRECALENTADO DURANTE15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	12,8°C.a 14,2°C.	13,2°C.a 15,1°C.	12,3°C.a 14,1°C.
cm. ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por 0,25 g. de carbón	3,51	7,73	5,21
Mg. de azul de metileno adsorbidos por g. de carbón	74,71	164,82	150,67

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Zn Y O_2 C SOBRECALENTADO DURANTE30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,9°C.a 16,8°C.	14,9°C.a 15,8°C.	15,8°C.a 16,9°C.
cm. ³ de I_2 0,1 N adsorbidos por 0,25 g. de carbón	4,45	6,00	8,50
Mg. de azul de metileno adsorbidos por g. de carbón	94,92	131,82	181,21

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Mg Y O_2 C SOBRECALENTADO DURANTE20 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	14,2°C.a 15,7°C.	12,3°C.a 14,5°C.	15,8°C.a 16,7°C.
cm. ³ de I_2 0,1 N adsorbidos por 0,25 g. de carbón	4,28	3,57	5,22
Mg. de azul de metileno adsorbidos por g. de carbón	91,28	76,14	111,31

CARBONES ACTIVADOS CON SNH_4 Y O_2 C SOBRECALENTADO DURANTE20 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	13,2°C.a 15,8°C.	14,6°C.a 15,9°C.	15,5°C.a 16,4°C.
cm. ³ de I_2 0,1 N adsorbidos por 0,25 g. de carbón	3,88	5,38	3,57
Mg. de azul de metileno adsorbidos por g. de carbón	82,68	114,65	76,12

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Zn Y VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADODURANTE 15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	11,9°C.a 13,2°C.	12,9°C.a 14,7°C.	15,8°C.a 16,7°C.
cm. ³ de I_2 0,1 N adsorbidos por 0,25 g. de carbón	5,19	7,14	6,22
Mg. de azul de metileno adsorbidos por g. de carbón	110,71	152,12	132,64

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Zn Y VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADODURANTE 30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,1°C.a 16,0°C.	13,3 °C.a 15,6°C.	14,3°C.a 16,2°C.
cm. ³ de I_2 0,1 N adsorbidos por 0,25 g. de carbón	5,66	8,43	6,62
Mg. de azul de metileno adsorbidos por g. de carbón	120,66	179,66	141,10

CARBONES ACTIVADOS COMERCIALES

Material empleado	"Tipo A"	"Tipo B"	"Tipo C"
Temperatura	14,8°C.a 16,3°C.	16,1°C.a 17,0°C.	14,8°C.a 16,3°C.
cm. ³ de I_2 0,1 N adsorbidos por 0,25 g. de carbón	1,23	5,77	1,15
Mg. de azul de metileno adsorbidos por g. de carbón	26,21	122,96	24,51

Observando los resultados obtenidos, podemos comprobar que en el caso de la activación por simple calentamiento si bien hemos obtenido activación es inferior a la mínima exigida por la F.A. III ed., en lo que se refiere a la adsorción de azul de metileno. En el método de activación con vapor de agua sobrecalentado hemos superado netamente el mínimo exigido por F.A. III ed. Resultados altamente satisfactorios hemos obtenido también con los métodos combinados.

Hacemos notar, que el resultado más alto de actividad lo hemos obtenido con el Corylus Avellana, en el ensayo de activación con Cl_2Zn y O_2C sobrecalentado durante 30 minutos .

En lo que se refiere a los carbones activados comerciales ensayados, solo el tipo " B " cumple satisfactoriamente con la exigencia establecida por la F.A. III ed. ya que los tipos denominados " A " y " C " no alcanzan el límite mínimo exigido .

ENSAYOS DE ADSORCION DE SH₂

Hemos ensayado los carbonos obtenidos de acuerdo al método establecido por la F.A. III ed.

Dicha Farmacopea exige una adsorción mínima de SH₂ correspondiente a 10 cm³. de solución 0,1 N .de I₂. que expresados en mg. de SH₂ equivalen a 17,04 mg.

R E S U L T A D O S O B T E N I D O S

CARBONES PRIMARIOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,0°C.a 16,5°C.	15,0°C.a 16,3°C.	15,0°C.a 16,5°C.
cm ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por g. de carbón	1,40	2,20	1,80
Mg. de SH ₂ adsorbidos por g. de carbón	2,20	3,80	3,00

CARBONES ACTIVADOS POR SIMPLE CALENTAMIENTO

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,0°C.a 16,2°C.	15,0°C.a 15,9°C.a	15,0°C. 16,1°C.
cm ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por g. de carbón	5,64	6,48	5,94
Mg. de SH ₂ adsorbidos por g. de carbón	9,61	11,04	10,12

CARBONES ACTIVADOS CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,0°C.a 15,9°C.	15,0°C.a 16,3°C.	15,0°C.a 16,3°C.
cm. ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por g. de carbón	8,24	11,36	10,46
Mg. de SH ₂ adsorbidos por g. de carbón	14,04	19,36	17,82

CARBONES ACTIVADOS CON VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADO DURANTE30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,0°C.a 16,2°C.	15,0°C.a 16,4°C.	15,0°C.a 16,3°C.
cm. ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por g. de carbón	6,48	5,64	9,00
Mg. de SH ₂ adsorbidos por g. de carbón	11,04	9,57	15,34

CARBONES ACTIVADOS CON Cl₂ Zn Y O₂ SOBRECALENTADO DURANTE15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,0°C.a 16,2°C.	15,0°C.a 15,9°C.	15,0°C.a 16,6°C.
cm. ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por g. de carbón	8,20	5,88	4,70
Mg. de SH ₂ adsorbidos por g. de carbón	13,97	10,02	8,01

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Zn Y O_2 SOBRECALENTADO DURANTE30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,0°C.a 15,9°C.	15,0°C.a 16,2°C.	15,0°C.a 16,3°C.
cm. ³ de I_2 0,1 N adsorbidos por g. de carbón	7,58	9,04	9,20
Mg. de SH_2 adsorbidos por g. de carbón	12,92	15,40	15,68

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 , Mg Y O_2 SOBRECALENTADO DURANTE20 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,0°C.a 16,4°C.	15,0°C.a 16,6°C.	15,0°C.a 15,9°C.
cm. ³ de I_2 0,1 N adsorbidos por g. de carbón	9,04	7,72	8,46
Mg. de SH_2 adsorbidos por g. de carbón	15,40	13,15	14,41

CARBONES ACTIVADOS CON $SnCl_2$ Y O_2 SOBRECALENTADO DURANTE20 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,0°C.a 16,2°C.	15,0°C. 16,3°C.	15,0°C.a 15,9°C.
cm. ³ de I_2 0,1 N adsorbidos por g. de carbón	7,45	6,52	7,93
Mg. de SH_2 adsorbidos por g. de carbón	12,69	11,11	13,51

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 EN Y VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADODURANTE 15 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,0°C.a 16,1°C.	15,0°C.a 15,9°C.	15,0°C.a 16,6°C.
cm. ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por g. de carbón	6,49	6,86	10,02
Mg. de SH ₂ adsorbidos por g. de carbón	11,06	11,69	17,07

CARBONES ACTIVADOS CON Cl_2 EN Y VAPOR DE AGUA SOBRECALENTADODURANTE 30 MINUTOS

Material empleado	Juglans Regia	Amygdalus Communis	Corylus Avellana
Temperatura	15,0°C.a 15,9°C.	15,0°C.a 15,8°C.	15,0°C.a 16,6°C.
cm. ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por g. de carbón	10,94	8,52	6,46
Mg. de SH ₂ adsorbidos por g. de carbón	18,64	14,52	11,01

CARBONES ACTIVADOS COMERCIALES

Material empleado	"Tipo A"	"Tipo B"	"Tipo C"
Temperatura	15,0°C.a 16,3°C.	15,0°C.a 16,2°C.	15,0°C.a 15,8°C.
cm. ³ de I ₂ 0,1 N adsorbidos por g. de carbón	6,40	7,60	12,20
Mg. de SH ₂ adsorbidos por g. de carbón	10,90	12,95	20,79

Podemos comprobar al observar los cuadros anteriores, que los carbones obtenidos en los distintos ensayos de activación no responden en su mayoría a la exigencia de la F.A. III ed. en lo que se refiere a la actividad frente al SH_2 , ya que solo han dado resultados satisfactorios los provenientes del *Amygdalus Communis* y del *Corylus Avellana*, activados con vapor de agua sobrecalentado durante 15 minutos y los provenientes del *Juglans Regia* y del *Corylus Avellana*, activados con Cl_2Zn y vapor de agua sobrecalentado durante 30 y 15 minutos respectivamente . En lo que se refiere a los carbones activados comerciales ensayados, solo el tipo denominado " C. " ha satisfecho la exigencia de la F.A. III ed., ya que los otros no tienen la actividad requerida .

C A P I T U L O VI

CONCLUSIONES

1) Es posible obtener carbones activados con fines terapéuticos a partir de la parte no comestible de los frutos del JUGLANS REGIA, AMYGDALUS COMMUNIS y CORYLUS AVELLANA .

2) Los métodos ensayados son susceptibles de ser aplicados a la obtención de carbones activados de tipo farmacéutico .

3) Los carbones primarios del JUGLANS REGIA, AMYGDALUS COMMUNIS y CORYLUS AVELLANA, presentan una débil adsorción de azul de metileno, sulfato de estriquina y SH_2 .

4) Los carbones activados por simple calentamiento no responden a las exigencias, en cuanto a su poder de adsorción, establecidas por la F.A. III ed. , si bien se ha obtenido aumento de actividad con respecto a los carbones primarios de los cuales provienen .

5) Resultados altamente satisfactorios hemos obtenido con los carbones activados con vapor de agua sobrecalentado, Cl_2Zn y O_2C sobrecalentado, Cl_2Mg y O_2C sobrecalentado, SNa_2 y O_2C sobrecalentado y Cl_2Zn y vapor de agua sobrecalentado.

6) Los carbones activados preparados, responden en general satisfactoriamente a los ensayos de pureza, en consecuencia resultan aptos para uso medicinal .

Aracelis A. Torres

C A P I T U L O VI

BIBLIOGRAFÍA

- (1) SCHEELLE C. W.; The sorption of Gases by Solids; pag.1, 1932, London; ⁸/DEITZ V.R.; Bibliography of Solids Adsorbents; pag.9, 1944, Washington.
- (2) BAKER C.J.; J.Chem.Soc.; 51, 249 , 1887.
- (3) GODEL A.; Chimie et Industrie; 29, 3 , 1933.
- (4) BUSSY C.A.; J.de Pharm.et des Scien.Accs.; 8, 257 , 1322.
- (5) PAYEN M.; J.de Pharm.et des Scien.Accs.; 8, 278 , 1322.
- (6) OSTREJKO; J.Chem.Ind.Soc.; 19, 1.099 , 1900; ⁸/HASSLER J.W.; Active Carbon. The Modern Purifier; pag.2 , 1941, New York.
- (7) BARKER M.E.; Ind.Eng.Chem.; 22, 926 , 1930.
- (8) KNIGHT, GARNER y MC KIE; J.Phys.Chem., 31, 641, 1927; ⁸/BARKER M.E.; Ind. Eng.Chem.; 22, 926 , 1930.
- (9) CHANEY; Trans.Elec.Chem.Soc.; 36, 91 , 1919; ⁸/BARKER M.E.; Ind.Eng.Chem.; 22, 926 , 1930.
- (10) BRIGGS; Proc.Rey.Soc.; 100, 88 , 1921; ⁸/BARKER M.E.; Ind.Eng.Chem.; 22, 926 , 1930.
- (11) SUTCLIFFE; Chem. Ind.; 43, 635 , 1924; ⁸/BARKER M.E.; Ind.Eng.Chem.; 22, 926 , 1930.

- (12) NETZKE; Report. 3; Problem. W-2, M.I.T. Laboratory;
 ■/BARKER M.E.; Ind. Eng. Chem.; 22, 926, 1930.
- (13) DEBEYE y SCHEERER; Physik. Z.; 18, 291, 1917;
 ■/BARKER M.E.; Ind. Eng. Chem.; 22, 926, 1930.
- (14) RUFF, SCHMIDT y OLLBRICH; Z. Anorg. Allgem. Chem.;
148, 313, 1925; ■/BARKER M.E.; Ind. Eng. Chem.; 22, 926, 1930.
- (15) ALM; M.I.T. Chem. Eng. Thesis, 1927; ■/BARKER M.E.;
 Ind. Eng. Chem.; 22, 926, 1930
- (16) BERMEJO L. y BLAS L.; Anal. de la Soc. Esp. de Fis.
 y Quim.; 31, 65, 1933.
- (17) COSTA I.M.; Ind. y Quim.; 4, 3, 1942.
- (18) REMEZANO A.L.; Anal. Farm. y Bioquim. (Bs.As.);
2, 35, 1938.
- (19) SARRAILLET J.; Tesis, Univ. Nac. La Plata, Fac. Quim.
 y Farm.; 1947.
- (20) COUROULEAU y BENSON R. E.; Chem. Eng.; 55, 112, 1948.
- (21) GODEL A.; Chimie et Industrie; 52, 4, 1948.
- (22) DEITZ B.R.; Bibliography of Solids Adsorbents; pag.
 71-81, 1944, Washington.
- (23) MC BAIN J.W. y BRITTON G.T.; 52, 2, 198, 1930; ■/DEITZ
 V.R.; Bibliography of Solids Adsorbents; pag. 10, 1944, Washington.
- (24) LANGMUIR; J. Am. Chem. Soc.; 38, 2221, 1916.
- (25) LANGMUIR; J. Am. Chem. Soc.; 39, 1848, 1917.
- (26) LANGMUIR; J. Am. Chem. Soc.; 40, 1361, 1918.
- (27) LAMB, WILSON y CHANEY; J. Ind. Chem. Eng.; 11, 420, 1919
- (28) KUBELKA; Carbenes Activos; ■/LUTTERAL E.C.; Biblio-
 teca del Oficial; 265, 62, 1940
- (29) JUHOLA A.J. y WIIG E.O.; J. Am. Chem. Soc.; 71,
 2069, 1949.

- (30) OGAWA I.; Biochem. Z.; 172, 249, 1926 .
- (31) NEUSCHLOSZ S.M.; Fis. Biol.; 1, 288, 1927.
- (32) HAUGE S.M. y WILLAMAN J.J.; Ind. Eng. Chem.; 19,
943, 1927.
- (33) SURUN M.; Compt. Rend. de l'Academie de Sciences;
183, 44, 1926.
- (34) F.A. III ed.; pag. 151, 1943.
- (35) U.S.P. XIV ed.; pag. 835, 1950 .
- (36) C.M.G. VII ed.; pag. 168, 1949.
- (37) B.P. VII ed.; pag. 641, 1948.
- (38) B.P.C. V ed.; pag. 209, 1949 .
- (39) FRANCOIS M.A.; Bull. Soc. Pharm. Bourdeaux; 68 ,
158, 1930; ^B/LOCKHART C.E.; Trabajo de adscripción a Quim. Inorg.
Farm. Fac. Quim. y Farm. La Plata, 1945.
- (40) DENIGES G.; Précis de Chimie Analytique; pag. 56,
1920.
- (41) SURUN M.; Th. Doct. Un. (Phie) Paris, 1926; ^B/LEBEAU
y COURTOIS; Traité de Pharmacie Chimique X ed.; 1, 331, 1938.
- (42) ELBIG W.A.; J. Am. Water Works Assoc.; 30, 1225,
1938; ^B/Chimie et Industrie, 41, 267, 1939.
- (43) BARI S.; Pharm. Z.; 78, 284, 1933; ^B /Chimie et Indus-
trie; 30 , 138, 1933.
- (44) HASSLER J.W. y MC MINN W.E.; Ind. Eng. Chem.; 37 , 645,
1945.
- (45) SANDERS M.T.; Ind. Eng. Chem.; 20, 791, 1928.
- (46) HARRIS E.W.; Ind. Eng. Chem.; 34, 1057, 1942.
- (47) KOROLKOV S.I.; Nauchn. Zap. Sakh. Prcm.; 14 , 40,
1937; ^B/Chimie et Industrie ; 40 , 561, 1938
- (48) TOLBERT N.E. y AMERINE M.A.; Ind. Eng. Chem.; 35,
1078, 1943.

- 50-
- (49) WILLIAMS G.C. y FALLIN E.A.; Ind.Eng.Chem.; 35,
251, 1943.
- (50) RAMAT A.; Chimie et Industrie; 52, 64, 1944.
- (51) MC BRIDE R.S.; Chem.Met.Eng.; 42 . Nº 10, 532,
1935.
- (52) CHAPUI A.; Chimie et Industrie; 52, 52, 1944 .
- (53) FRIEDEN E.H., MITCHELL H.K. y WILLIAMS R.J.;
J. Am. Chem. Soc.; 66, 269, 1944 .
- (54) ELBIG W.A.; J. Chem. Educ.; 23, 98, 1946.
- (55) LE PAGE G.A. y KAMBELL E.; J. Biol. Chem.; 162 ,
163, 1946.
- (56) PORTER R.W.; Chem. Eng.; 53 . Nº 4, 94, 1946.
- (57) EILER M.; Biochem. Z.; 172, 154, 1926.
- (58) LAQUEUR E. y SLUYTERS A.; Biochem. Z.; 156 , 303,
1925.
- (59) DINGEMANSE y LAQUEUR ; Biochem. Z. ; 169 , 235 ,
1926.
- (60) LIMBEAU y CORTOIS; Traité de Pharm. Chimie ; 1,
324, 1938.
- (61) DALESIO G.N.; Frensa Farm. Argentina ; Año III
Nº 5 - 6 - 7 -, 1945.
- (62) ERDOS J. y VIDOR J.; Ciencia (Méx.); 4, 77, 1943.
- (63) BOYK S. y HAAS H.B. ; Ind. Eng. Chem.; 38 , 745, 1946.
- (64) MORGAN J.J. y FINK C.E.; Ind. Eng. Chem.; 38,
219, 1946.
- (65) Carbide y Carbon Chemicals Corp.; Publication
4410, 1943 ; ⁵/RAY B.A.; Ind. Eng. Chem.; 39, 12, 1947 .
- (66) HORMATZ S.; Chem. Met. Eng.; 53 . Nº 6, 112, 1946.
- (67) RAY B.A.; Ind. Eng. Chem.; 39, 12, 1947.

- 701-
- (68) LEMOINE G.; Compt. Rend.; 146 ,1360 ,1908 ;
S/KIRK-OTHMER; Encyclopedia of Chemical Technology; 2, 885,
1948, New York.
- (69) HAWLEY L. y WISE L.; The Chemistry of Wood ;
pag. 128, 1926; S/WISE L.; Wood Chemistry; pag. 557, 1944,
New York .
- (70) WISE L.; Wood Chemistry; pag. 561, 1944,
New York.
- (71) Allen's Com. Org. Anal.; 1, 66, 1937 ; London .
- (72) LEVY G. y HULOT; L'analyse immédiate des bois;
VI ed.; pag. 61, 1946, París .
- (73) VILAVECCHIA G.; Chimica Analitica Applicata;
III ed.; 1, 725, 1948.
- (74) KRENKEL T.G.; Tesis Univ. Nac. La Plata, Fac.
Quim. y Farm., 1944.
- (75) PASCAL P.; Explosifs, poudres y gaz de combata ;
pag. 296, 1930; S/TOHANG-HAN-LIANG, CHEUC-FA-KI y LIOU-OUI-TAO;
Bull. Soc. Chim. France; Pag. 1233, 1934.
- (76) PHILIP J.C., DUNNILL S. y WORKMAN O.; J. Chem.
Soc. Trans.; 67, 362, 1920.
- (77) AHUALLI L.; Arch. de Farm. y Bioquim. (Tucumán))
3, 267, 1947.
- (78) HOMMATS S.; Chem. Met. Eng.; 53. N° 6, 112, 1946.
- (79) ROSIN J., BEAL G.D. y SZALKOWSKI C. R.; J. Am.
Pharm. Ass.; 24, 630, 1935 .
- (80) LOCKHART C.E.; Trabajos de adscripción a Quim .
Inorg. Farm. Fac. Quim. y Farm. La Plata, 1945.
- (81) LOCKHART C.E.; Revista de la Fac. Ciencias Quim.;
18, 23 , 1945.
-