

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

**ESTUDIO COMPARATIVO DE METODOS  
QUIMICOS Y FISICO-QUIMICOS EMPLEADOS EN EL  
BLANQUEO DE ACEITES VEGETALES**

TESIS

Que presenta para su Examen Profesional de Químico,

**José Antonio Llaguno García**



MEXICO, D. F.  
1 9 4 9

2074



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A MIS PADRES.



A MIS MAESTROS.

Quiero hacer patente mi agradecimiento a "La Polar, Fábrica de Aceite Hidrogenado y Manteca Vegetal", S. A. y en particular a su Gerente Don José S. Trápaga por todas las atenciones y facilidades que recibí durante el tiempo que estuve haciendo mi práctica en dicha fábrica.

## SUMARIO

### INTRODUCCION

- Cap. I NATURALEZA DE LA COLORACION
- Cap. II LA ELIMINACION DEL COLOR.—MECANISMO
- a. Métodos Físico-Químicos.
  - b. Métodos Químicos.
- Cap. III LA ELIMINACION DEL COLOR.—AGENTES EMPLEADOS
- a. Métodos Físico-Químicos.
    - 1. Tierras de Fuller.
    - 2. Arcillas Activadas.
    - 3. Carbón Activo.
  - b. Métodos Químicos.
    - 1. Oxidantes.
    - 2. Reductores.
- Cap. IV LA ELIMINACION DEL COLOR.—OPERACIONES INHERENTES
- a. Tratamiento previo del aceite.
    - 1. Métodos Físico-Químicos.
    - 2. Métodos Químicos.
  - b. Aplicación del decolorante.
    - 1. Métodos Físico-Químicos.
    - 2. Métodos Químicos.
  - c. Filtración y Pérdidas.
    - 1. Métodos Físico-Químicos.
    - 2. Métodos Químicos.
  - d. Medida de la intensidad de la Coloración.
- Cap. V LA ELIMINACION DEL COLOR.—ESTUDIO DE LOS PROCESOS FISICO-QUIMICOS
- a. Influencia del Tiempo.
  - b. Influencia de la Temperatura.
  - c. Influencia de la Concentración.
- Cap. VI LA ELIMINACION DEL COLOR.—ESTUDIO DE LOS PROCESOS QUIMICOS
- a. Con Oxidantes.
    - 1. En Seco.
    - 2. En Medio Acido.
    - 3. En Medio Alcalino.
  - b. Con Reductores.

### CONCLUSIONES

### BIBLIOGRAFIA

## INTRODUCCION

**E**NTRE los varios procesos a que se someten los aceites vegetales para hacerlos comestibles o aplicables a Jabonería, y como parte complementaria a la Refinación, se encuentra siempre **EL BLANQUEO**.

Este proceso tiene una gran importancia, ya que el consumidor, aunque erróneamente, mide la pureza de un aceite, entre otras cosas, por su color. De aquí que sea objeto de gran interés el estudio de las causas, condiciones y efectos del blanqueo en los aceites, aunque estos últimos son tan poco conocidos, que su estudio constituye por sí solo un trabajo muy extenso, especialmente en la parte que se refiere a la influencia de los agentes blanqueantes sobre la estabilidad de los aceites.

Así pues, el estudio de las causas y condiciones en que se lleva a cabo el blanqueo constituye el objeto de este trabajo, el cual se puede considerar dividido en dos partes: la primera, formada por los capítulos I, II, III y IV, contiene los datos necesarios para entender mejor la segunda parte, o experimental, que comprende los capítulos V y VI, a la cual sive al mismo tiempo de introducción y complemento.

Los ensayos llevados a cabo en esa última parte, están limitados a los aceites de ajonjolí y algodón, por ser estos los aceites que por su precio, y por la cantidad en que se producen, encuentran mayor aplicación en la Industria Aceitera en la República Mexicana. Como también se trata de ver la acción de cada agente, tanto sobre los aceites de alta como de baja calidad, el aceite de ajonjolí empleado es del llamado industrialmente "negro" que es de baja calidad, mientras que para el de algodón se empleó el de primera.

Finalmente, hay que hacer notar que todos los ensayos han sido llevados a cabo en el laboratorio, ante la imposibilidad de hacerlos en grande escala, aunque el blanqueo obtenido en el laboratorio difiere bastantes algunas veces del que se obtiene en la industria en idénticas condiciones.

**CAPITULO I**

---

**NATURALEZA DE LA COLORACION**

---

La coloración de los aceites está formada por sustancias que se encuentran más bien en suspensión que en verdadera solución. La naturaleza química de todos los pigmentos que contienen los aceites no está bien determinada, debido principalmente a la falta de métodos analíticos adecuados, aunque algunos de esos pigmentos sin embargo, han sido reconocidos y estudiados por varios autores, pudiendo así considerarse que el color de los aceites es debido principalmente a sustancias carotinoideas, y en menor grado a tocoferoles y compuestos relativos a éstos; los demás pigmentos, sobre todo los que forman el color café oscuro característico de los aceites de baja calidad, están formados por productos de descomposición de los mismos glicéridos y de los carbohidratos presentes en las semillas de las que se ha extraído el aceite, y cuya composición no está determinada en grado alguno; en esta última clase no se incluyen los productos de descomposición de las proteínas, pues se ha observado que al eliminarse éstas, precipitándolas por medio de un enzimo proteolítico, según el método de Lloyd y Keil (1917), el color resultante de un tratamiento posterior con arcilla activada es idéntico al que se obtiene si las proteínas no han sido eliminadas previamente, lo cual prueba que estas sustancias son incoloras, pues de lo contrario en el primer caso, siendo que la arcilla tiene una capacidad constante de adsorción en iguales condiciones, el color resultante sería menor.

En el aceite de algodón crudo existe también un compuesto fécnico, el gopiol, el cual es colorido pero se elimina totalmente en la refinación, por lo cual su estudio carece de importancia.

## CAROTINOIDES.

Los carotinoides son compuestos poliénicos de un color amarillo rojizo.

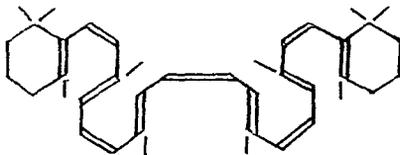
El primero en demostrar la presencia de carotinoides en los aceites vegetales, por reacciones coloridas características, fué Gill (1918), obteniendo resultados positivos para los aceites de semillas de lino, de mostaza y de ajonjolí, y negativos para los de semillas de uva, de girasol blanco y de algodón. Palmer y Kempster (1919) sin embargo, encontraron que la semilla de uva incrementaba ligeramente el color de la yema del huevo cuando se alimentaba con ella a las gallinas, indicando esto la presencia de alguna xantofila en la semilla; también Palmer (1914), estudiando los pigmentos de la pulpa de semilla de algodón, demostró la presencia de carotina y xantofilas, con lo que los resultados obtenidos por Gill solamente tienen ya un interés histórico.

Posteriormente Bertman (1937), midiendo la potencia antirraquítica de varios aceites demostró la presencia de carotina en los

aceites de soya, linaza, colza, mostaza y algodón, mientras que los de cacahuete, ajonjolí, coco y palma, estaban exentos de ella. Estos resultados fueron comprobados en su totalidad por Kaufmann (1941), el cual determinó además cuantitativamente la cantidad de carotina contenida en el aceite de palma la que varía de 0.05-0.20% según las especies. El contenido de carotinoides en la semilla de algodón según Podolskaya (1942), varía de 0.096-0.219% del peso de la semilla.

Químicamente los carotinoides deberían llamarse polienos ya que se caracterizan por una larga cadena alifática central conteniendo un sistema continuo de dobles enlaces conjugados, a lo que se debe su color y a los cuales se adiciona Hidrógeno por acción catalítica.

Como tipo se considera la  $\beta$ -carotina, a la que se asigna la siguiente fórmula:



Estas sustancias son solubles en las grasas, a las cuales acompañan casi siempre por lo que también se les llama cromolipoides y lipocromos.

Los carotinoides son extremadamente sensibles a la acción de los oxidantes y de la luz. Son estables por completo a la acción del calor en atmósfera inerte. Algunos de ellos, principalmente las combinaciones no oxigenadas son provitaminas A. Pueden tener actividad óptica ( $\alpha$ -carotina).

## TOCOFEROLES Y RELATIVOS.

Los tocoferoles son sustancias de un color amarillo que se encuentran en casi todos los aceites vegetales, pues solamente en el de oliva no se han podido identificar.

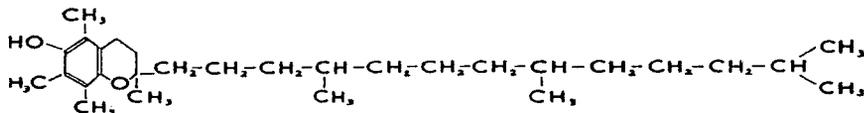
Los primeros en aislar los tocoferoles del aceite de trigo fueron Evans y colaboradores (1936), siendo identificados poco después, en cantidades apreciables, en casi todos los demás aceites vegetales, exceptuando el de cacahuete en el que solo se encontraron huellas y en el ya antes dicho de oliva.

El aceite en que se encuentran en mayor cantidad es en el de

trigo (0.45-0.55%); el aceite de algodón refinado los contiene en un 0.09% y el de ajonjolí en un 0.05% (11).

Químicamente están formados por un núcleo crománico unido a una cadena alifática que contiene tres grupos metílicos y con uno, dos o tres metilos unidos al núcleo.

Se distinguen tres tocoferoles a los que se asignan los nombres de  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ -tocoferol, y últimamente ha aparecido un cuarto, el  $\delta$ -tocoferol (56). La fórmula del  $\alpha$ -tocoferol es la siguiente:



o sea, el 5, 7, 8-trimetil-tocol. Al  $\beta$ ,  $\gamma$  y  $\delta$ -tocoferol corresponden respectivamente el 5, 8-dimetil-tocol, 7, 8-dimetil-tocol y 8-metil-tocol.

En ausencia de Oxígeno, las vitaminas E, o sea los tocoferoles, son estables al calor aún a 200° C. y no son afectadas por los ácidos sulfúrico y clorhídrico aún a más de 100° C. Los álcalis las atacan muy lentamente, por lo que se pueden obtener por saponificación alcalina de los aceites que las contienen. Son muy sensibles a la oxidación, transformándose en las p-quinonas y m-quinonas correspondientes, las que son de color amarillo y rojo respectivamente y las cuales carecen de actividad biológica. Son antioxidantes muy efectivos, aumentando esta propiedad para los diferentes isómeros en razón inversa a su actividad vitamínica y dependiendo de la presencia del radical hidroxil-fenólico libre.

Son solubles en todos los solventes de grasas e insolubles en agua. Son medianamente estables a la luz visible pero son fácilmente destruidos por la ultravioleta.

Los tocoferoles poseen varios centros asimétricos respecto a los cuales son racémicos los productos naturales.

Según C. Golumbic (15) existen además en los aceites sustancias incoloras de composición análoga a los tocoferoles, a los cuales acompañan siempre y que por oxidación producen un aceite rojo de composición similar o idéntica a los croman-5, 6-quinonas resultantes de la oxidación de los tocoferoles; esos precursores incoloros cree Golumbic que sean probablemente las hidroquinonas correspondientes, las cuales poseen propiedades antioxidigénicas superiores a las de los tocoferoles. Sin embargo, C. E. Swift, G. E. Mann y G. S. Fisher (57), después de una experimentación cuidadosa deducen que el aceite rojo aislado por Golumbic no es sino el croman-5, 6-quinona resultante de la oxidación del  $\gamma$ -tocoferol, y que carece casi de propiedades antioxidigénicas.

**CAPITULO II**

---

**LA ELIMINACION DEL COLOR.—MECANISMO**

---

## a. METODOS FISICO-QUIMICOS.

Cuándo se somete un aceite colorido a la acción de una sustancia que presente una gran superficie libre, se observa una disminución en el color.

Varias son las teorías que tratan de explicar el mecanismo de esta decoloración, en la cual parecen estar incluidos varios factores: adsorción, catálisis, oxidación y neutralización de cargas eléctricas.

Sin embargo ninguno de estos factores por sí solo da una explicación enteramente satisfactoria; la teoría más aceptada generalmente es la sugerida en un principio por Parsons <sup>(20)</sup> de que el blanqueo se lleva a cabo por adsorción de las partículas coloridas, ya sea al estado en que se encuentran o con oxidación previa, según indica D. Wesson <sup>(21)</sup> en sus trabajos llevados a cabo con Tierras de Fuller, cuya acción oxidante fué comprobada posteriormente por C. W. Benedict <sup>(1)</sup>, quien considera que esta acción oxidante está en razón directa del poder de decoloración.

Al lado de estas teorías existen otras que también son dignas de mencionarse, como la de L. Kalusky <sup>(22)</sup>, quien opina que el poder blanqueante de una sustancia depende de los espacios capilares que quedan en ella cuando se ha eliminado alguno de sus componentes, ya sea por la acción de la intemperie, lavado, calentamiento o algún tratamiento químico. Nutting <sup>(12)</sup> sugiere que la actividad de una sustancia es producida por la eliminación de iones liberables asidos a la superficie, dejando así ligaduras abiertas o valencias libres para la adsorción de la materia colorante. Gurwitsch <sup>(19)</sup> propone una teoría químico-mecánica: si el poder atractivo del adsorbente para el solvente es menor que para el soluto, éste se concentrará en la superficie del adsorbente; similar es la teoría eléctrica de H. T. Twisselmann <sup>(20)</sup>, según la cual el adsorbente posee una carga positiva y el soluto una negativa. Hasemann y Wallace <sup>(21)</sup> basándose en sus experiencias llevadas a cabo con Tierras de Fuller en soluciones de sal amónica del Café Van Dyke, así como en el hecho de que solo decolora a los aceites refinados, asegura que la acción de las Tierras de Fuller es exclusivamente catalítica, precipitando las sales sódicas de las sustancias colorantes formadas en la refinación y liberando el sodio, el cual se combina con el aceite produciéndose así más pérdida; una acción química parecida reportan en sus trabajos Holbrook y Basterville <sup>(22)</sup>.

Rideal y Thomas <sup>(17)</sup> de sus experiencias con Tierras de Fuller, deducen que la decoloración es debida en parte a la adsorción, la cual guarda relación directa con la superficie específica, y en parte a una acción catalítica, por oxidación, la cual es proporcional al contenido en sales de hierro.

Hay también otros factores que parecen tener alguna influencia sobre el poder decolorante. Putland (16) por ejemplo, trabajando con Tierras de Fuller hace notar que el peso específico es inversamente proporcional al poder blanqueante e idéntica conclusión formulan Harris y Glick (20) para el Carbón Activo. El pH también tiene una gran influencia: B. H. Thurman (21) opina que el valor del pH está siempre en razón inversa del poder decolorante, mientras que F. C. Vilbrandt y H. J. Bankston (22) consideran que tanto un pH muy bajo como uno muy alto es igualmente perjudicial y que en algunos casos es preferible ligeramente alcalino. Esta aparente controversia es debida al empleo de diferentes aceites, pues como indica J. W. Hassler (23), algunos aceites, entre ellos el de coco, presentan siempre un grado mayor de decoloración mientras menor sea el pH del adsorbente, aunque si este es ya menor de 3 ó 4 se desarrolla algún olor, mientras que en otros aceites como el de algodón, si el pH baja de un valor determinado (4.5 en su caso), se oscurecen de una manera muy notable.

En cambio, la composición química de las tierras de blanqueo no parece tener ninguna influencia en su poder decolorante; solamente el contenido de humedad tiene una acción comprobada, y según las experiencias de A. W. Putland (16), D. Wesson (24), y T. P. Maynard y L. E. Mallory (11), tanto un exceso como la total ausencia de agua nulifican el poder blanqueante de las tierras; estos mismos autores pretenden también que el contenido de ácido silícico y silicatos de aluminio, está en razón directa del poder decolorante, el cual según otros autores (25) está dado por la relación  $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$  en la tierra. E. K. Rideal y W. Thomas (17), consideran, como se dijo anteriormente, que el contenido de hierro es en parte causante del blanqueo.

## TEORIA DEL BLANQUEO POR ADSORCION.

Según esta teoría, el Carbón Activo, las Arcillas Activadas, las Tierras de Fuller y similares, eliminan el color de los aceites por adsorción de los pigmentos que lo producen, y que se encuentran en dichos aceites ya sea dispersos o disueltos. El mecanismo de la adsorción es un poco confuso y existen diversas opiniones al respecto, siendo según unos un fenómeno físico mientras que según otros lo es químico; lo más probable es que se trate de un fenómeno en parte físico y en parte químico, al que contribuyen otros factores, como la condensación de gases y vapores en los espacios capilares del adsorbente, solución sólida y combinación química. Sin embargo, la mecánica del proceso no será discutida aquí y solo baste el considerar que se trata de un fenómeno de superficie, que depende de la afinidad entre el adsorbente y el soluto, la cual debe

ser mayor que la del adsorbente por el solvente y que la del solvente por el soluto.

La intensidad de la acción de un adsorbente sobre una sustancia disuelta, es directamente proporcional a la concentración de esta última en la solución. La expresión matemática de esta relación a temperatura constante, fué formulada por Freundlich y se expresa como sigue:

$$x/m = Kc^n$$

donde  $x$  = cantidad de sustancia adsorbida,  $m$  = cantidad de adsorbente,  $c$  = cantidad de soluto residual (no adsorbido) y  $K$  y  $n$  son constantes. Esta ecuación se puede escribir también:

$$\log x/m = K + n \log c$$

en donde se ve que la curva de  $\log x/m$  con respecto a  $\log c$  es una recta con una pendiente igual a  $n$ , y que es la isoterma de adsorción.

Desde un punto de vista práctico, el valor de  $K$  puede ser considerado como una medida general de la actividad o poder decolorante del adsorbente, mientras que  $n$  es un índice de la manera característica en que se lleva a cabo la adsorción. O sea, para dos adsorbentes cuyo valor de  $n$  es el mismo, los valores de  $K$  serán inversamente proporcionales a las cantidades necesarias de cada uno para lograr el mismo grado de decoloración. El valor de  $n$  determina el margen dentro del cual presenta su mayor efecto relativo; o sea que si el valor de  $n$  es alto, el adsorbente será efectivo relativamente para eliminar del aceite la primera porción del color, pero ineficaz relativamente como agente para lograr un alto grado de decoloración.

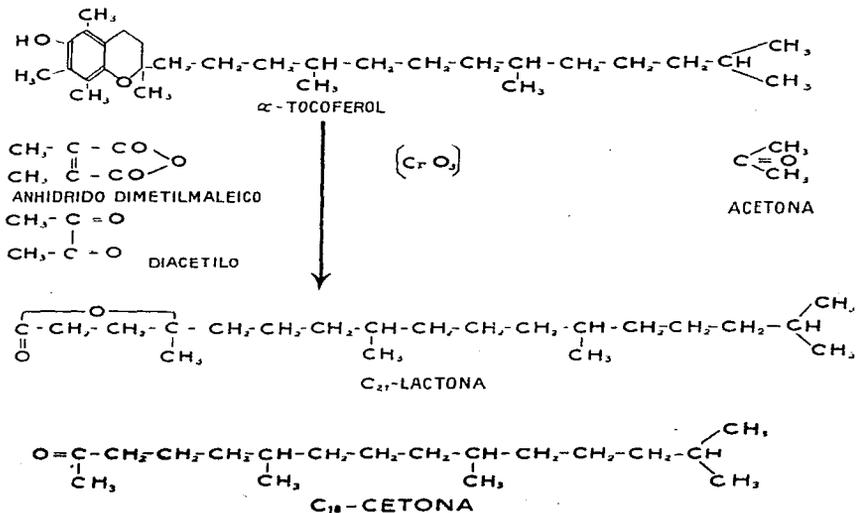
La ecuación de Freundlich es independiente del método empleado para medir el color, en tanto que las unidades sean aditivas.

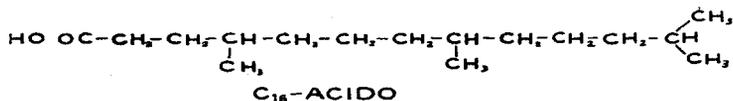
## b. METODOS QUIMICOS

A diferencia de la acción de los adsorbentes, la acción tanto de los oxidantes como de los reductores sobre los pigmentos de los aceites, apenas ha sido estudiada, cosa hasta cierto punto lógica ya que como se dijo en el capítulo anterior es poco lo que se conoce sobre la naturaleza de dichos pigmentos.

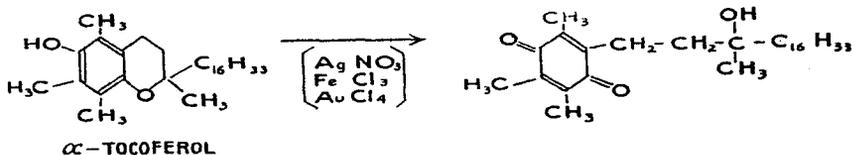
Sin embargo, la oxidación de algunos carotinoides ha sido estudiada en las formas cristalinas de éstos por Willstätter y Mieig y por Euler y Nordenson (<sup>11</sup>), los cuales no pudieron comprobar la creencia existente de que los productos finales incoloros daban reacciones análogas a las de la colesteroína. La cantidad de oxígeno que adiciona la carotina es de 21 a 24% según Arnaud y de 37.87% según Kohl, mientras que Willstätter y Mieig obtuvieron un máximo de 34.3%, correspondiente a once átomos de oxígeno.

Los tocoferoles por su parte, bajo la acción de algunos oxidantes como los cromatos, se degradan; de la reacción se han aislado los siguientes productos (<sup>15</sup>):

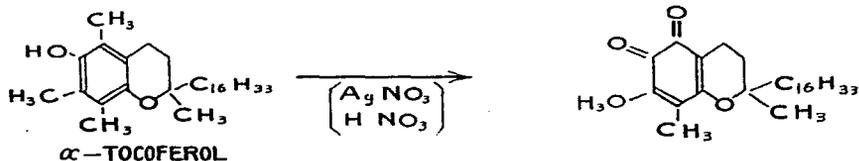




Otros oxidantes como el nitrato de plata, cloruro férrico, cloruro áurico, los transforma en la p-quinona de color amarillo:



Otros, como el ácido nítrico y también el nitrato de plata, los oxidan a la m-quinona roja:



En lo que respecta a los reductores, su acción ha sido aun menos estudiada que la de los oxidantes y nada o casi nada se sabe de ella.

De entre ellos, el Hidrógeno posee un poder blanqueante considerable si se aplica a la presión y temperatura que requiere la reducción de los pigmentos, pero antes que esta se lleve a cabo, se efectúa la reducción con desdoblamiento de los glicéridos, la cual se conoce con el nombre de "hidrogenolisis" y que impide su empleo industrial como decolorante de aceites, ya que además del daño que ocasiona a éstos, la decoloración no se lleva a cabo sobre los aceites mismos, sino sobre los productos de su reducción<sup>(11)</sup> <sup>(12)</sup> <sup>(13)</sup>. Sin embargo, aun a las presiones y temperaturas a que se lleva a cabo la hidrogenación industrialmente con el solo objeto de elevar el punto de fusión del aceite sin dañarlo, se observa también una parcial disminución del color.

**CAPITULO III**

---

**LA ELIMINACION DEL COLOR  
AGENTES EMPLEADOS**

---

## a. METODOS FISICO-QUIMICOS.

Entre las sustancias que presentan una gran superficie libre, las más empleadas en el blanqueo de aceites son las Tierras de Fuller, las Arcillas Activadas y el Carbón Activo. Los demás adsorbentes carecen de aplicación industrial en este caso; algunos como el óxido de aluminio, por su alto costo, y otros, como el caolín, la tierra de diatomáceas etc., por su poco o nulo poder decolorante.

### 1. TIERRAS DE FULLER.

Con el nombre de Tierras de Fuller se designan generalmente sustancias minerales del grupo Montmorrillonita que contienen principalmente silicatos de aluminio hidratados con un alto contenido de magnesio y que poseen una gran capacidad de eliminación del color de los aceites, ya sean vegetales, animales o minerales.

**Origen.**—Los depósitos de Tierras de Fuller se encuentran en las formaciones geológicas más recientes, siendo Post-paleozóicos. Todos los depósitos, excepto el de Arkansas que parece ser de origen basáltico ("") representan originalmente arcillas calcáreas de origen marino, como parece indicarlo su estructura laminada, y que fueron posteriormente elevados a áreas terrestres y sujetos a compresión, alteración y erosión. La consolidación de los depósitos bajo presión y la eliminación de la cal al ser arrastrada por el agua por percolación, ha sido seguida por el enriquecimiento secundario del material silíceo, principalmente bajo la forma de sílice coloidal y silicatos de aluminio coloidales.

**Ocurrencia.**—La primera Tierra de Fuller que se uso en Norteamérica procedía de Inglaterra, principalmente de Surrey, Somersetshire, Gloucesters y Dorsets. Posteriormente se descubrieron depósitos en diecisiete Estados de la Unión Americana, de los que están en explotación los de Alabama, Arkansas, Colorado, California, Florida, Georgia, Massachusetts, Carolina del Sur, Dakota del Sur y Texas, siendo los más importantes los de Florida y Georgia.

**Preparación.**—Después de ser extraídas de la mina, las Tierras de Fuller se dejan resbalar por terraplenes hasta los molinos, secándose en hornos rotatorios con lo que se elimina casi toda el agua libre y parte de la combinada; después se muelen por medio de rodillos y se separan con tamices en los varios grados comerciales. El mayor problema del proceso es el secado, pues las tierras pueden ser dañadas grandemente por un manejo incorrecto de ellas; esta operación se debe llevar, según la sugerencia de W. C. Phalen (15), entre 600°-700° F, con lo cual se elimina toda la hume-

dad las sales orgánicas y las volátiles, no habiendo peligro de fusión total o incipiente, con la cual al vidriarse la tierra pierde su porosidad y poder de adsorción. Si se efectúa una segunda calcinación a la temperatura óptima, considera el mismo autor, es de 1050"-1100" F., siendo de 1200" F. para subsecuentes calcinaciones. Las tierras son reducidas finalmente a mallas de 30-60 y 60-90 para uso en el tratamiento de los aceites por percolación, siendo la parte más fina pulverizada en molinos Raymond para uso en el proceso de contacto.

**Caracteres Físicos.**—Al salir de la mina, las tierras adsorbentes pueden contener hasta 50-60% de agua libre, siendo entonces suaves y plásticas. Recién molidas tienen una textura jabonosa, grasosa, y pueden ser cortadas con una navaja casi como una pastilla de jabón y sin que presente la cortadura un aspecto granuloso. Si se hacen escamas, estas muestran la translucidez del jabón. La opacidad y el tacto áspero distinguen a las arcillas sedimentarias de las adsorbentes.

Las arcillas adsorbentes varían en color desde el negro carbón hasta el blanco puro, siendo las más comunes las verde-gris y las gris-canela.

Una característica distintiva de las Tierras de Fuller es su estructura laminada, la que como se dijo anteriormente es debida con toda probabilidad a su origen marino.

Cuando se elimina el agua de las tierras tienen una tendencia a adherirse a la lengua y si se les añade agua no se hinchan ni se apagan.

Algunas Tierras de Fuller de alta calidad son tan ligeras que flotan en el agua. Se conservan mejor en atmósfera seca.

**Composición Química.**—La composición química no guarda ninguna relación aparente con la actividad de una tierra; por lo tanto el análisis químico por sí solo es insuficiente para determinar si una arcilla es adsorbente. En dicho análisis se destaca el alto contenido de silicio, al cual siguen, aunque en mucho menor cantidad aluminio y magnesio.

Se deben evitar en lo posible las sales ferrosas, las cuales forman un compuesto que por oxidación oscurece el aceite. También debe evitarse el azufre ya sea libre o combinado, pues aún en muy pequeñas cantidades es un veneno muy activo para el catalizador empleado en la hidrogenación posterior del aceite; si se encuentran cantidades tan pequeñas como 0.05%, puede escapar al análisis ordinario, por lo que se debe emplear el método de Schille y Alexander (21) para reconocerlo (sensibilidad 0.001-0.0005% de S).

**Historia.**—El uso de las Tierras de Fuller se remonta a muchos

años, siendo las primeras noticias de su empleo en el batanao de la lana, para desengrasarla, de donde deriva su nombre (del inglés, fulling=batanado), y a este respecto ya se hace mención en la Biblia: "... de forma que sus vestidos aparecieron resplandecientes, y un candor extremado como la nieve, tan blancos que no hay batanero en el mundo que así pudiera blanquearlos." (San Marcos IX, 2); encontrándose que por la misma época también los chinos estaban ya familiarizados con su empleo.

La primera noticia acerca de su empleo en aceites y grasas, no pasa de ser una leyenda, pues ningún escritor la publicó nunca. Los hechos, sin embargo, como dice David Wesson en su artículo publicado en 1912 ("") fueron contados por hombres que aún vivían entonces y bien pueden ser auténticos: Por los años de 1878 a 1880, un comisionista de Chicago presentó a la firma de N. K. Fairbanks & Co., Chicago, a un caballero de Argelia o Marruecos, quien decía que en su tierra natal era costumbre agitar el aceite de oliva con arcilla para mejorar su color, brillantez y sabor. Se hicieron entonces experimentos con varias arcillas, algunas de las cuales disminuían efectivamente el color del aceite de algodón y otras grasas, resultando las más efectivas las Tierras de Fuller inglesas.

La cita bibliográfica más antigua referente a su uso como agente blanqueante para aceites y grasas aparece en 1889 en el Bulletin of the Department of Agriculture, Division of Chemistry, No. 13, parte 4, "Lard and its Adulterations", por H. W. Wiley, donde se da una breve descripción bajo el título de "White Cottonseed Oil".

En 1899-1900 en el vigésimo primero reporte anual del U. S. Geological Survey aparece un cómputo y los análisis de varias Tierras de Fuller, junto con los métodos para usarlos.

En 1907 se encuentra ya un artículo más satisfactorio acerca de la química y usos de las Tierras de Fuller, escrito por el Prof. Parson, y publicado por el J.A.C.S. en su número correspondiente a Junio 16 del año mencionado, en la pag. 578; este artículo trata ampliamente las estadísticas de producción, preparación de las tierras y peculiaridades químicas.

A partir de 1911 se generaliza su uso y en las revistas especializadas se les nombra y discute con frecuencia.

Ya en 1920, la N.C.P.A. (National Cotton Products Association) distribuye por primera vez su "Official Natural Bleaching Earth (Official Fuller's Earth)", siendo la intención original que un nuevo lote de tierra fuera comprado y uniformizado cada año, en cargándose de esto el Chemists Committee de la N.C.P.A.; pero a partir de 1926, el trabajo de mezclado y empaque se ha hecho siempre en la planta de una compañía en cooperativa con la N. C.P.A., la Procter and Gamble de Ivorydale, Ohio, bajo la vigilan-

cia del Chemists Committee, el cual se encarga además del aprovisionamiento de la materia prima y el control del producto final.

En la actualidad, este plan sólo se ha modificado en que la distribución fué transferida por la N.C.P.A. a la A.O.C.S. (American Oil Chemists' Society), y en que el control del producto final es llevado a cabo mancomunadamente por el Chemists Committee de la N.C.P.A. y el recién creado Uniform Methods Committee de la A.O.C.S.

## 2. ARCILLAS ACTIVADAS.

Las llamadas Arcillas Activadas son arcillas bentoníticas de composición química muy parecida a las Tierras de Fuller, de las que se diferencian en que al estado primitivo no poseen ninguna actividad, sino que la adquieren por un tratamiento químico de activación al cual no responden las arcillas ordinarias.

**Origen.**—Se cree que las arcillas activables fueron formadas por la alteración de cenizas volcánicas depositadas originalmente como rocas vítreas compuestas de fragmentos compactos, los que posteriormente fueron devitrificados bajo el agua.

**Ocurrencia.**—En Alemania se les encuentra en Bavaria y en los Estados Unidos, al Oeste, principalmente en California, Montana, Utah y Wyoming.

**Preparación.**—La base de la preparación de las Arcillas Activadas es por supuesto, la activación, la cual consiste en una lixiviación parcial de la bentonita con un ácido; en teoría, esta es una de las operaciones químicas más simples, pero en la práctica es de las más difíciles debido al extremado control necesario para que la tierra adquiera el requerido poder blanqueante.

El propósito del tratamiento químico es producir en la partícula de arcilla, artificialmente, una gran actividad de superficie, produciéndose al mismo tiempo un cambio tanto físico como químico en la bentonita original. Al extraerse el material soluble, se agrandan las diminutas cavidades ya existentes en las partículas de arcilla y se crean otras nuevas, con lo cual se incrementa grandemente la superficie libre. También se altera la composición química, particularmente en lo que respecta a la relación sílice-alúmina.

Una gran cantidad de equipos y métodos es aceptable. Los tanques pueden ser de madera o de acero forrado de plomo. El ácido más comunmente usado debido a su bajo costo, es el sulfúrico, aunque debe preferirse el clorhídrico, si es que se le puede conseguir barato; esta preferencia se basa en la volatilidad del

ácido clorhídrico y en que sus sales son fácilmente solubles. El agua empleada debe ser lo más blanda posible, pues la dureza del agua destruye la actividad obtenida por el tratamiento ácido. La velocidad de la acción de los ácidos sobre las arcillas, según Nutting (12), se duplica para cada veinte grados centígrados en el margen ordinario de calentamiento 70"-110" C.

Como ejemplo clásico del proceso de activación se puede citar el empleado en la preparación de la arcilla alemana "Isartone", descrito detalladamente por O. Burghardt (8), quien lo considera dividido en cinco partes: 1) Tratamiento inicial; 2) Activación; 3) Filtrado; 4) Secado y 5) Molienda. La arcilla se convierte primeramente en un lodo espeso y se tamiza, bombeándose después al tanque de reacción, donde se trata con un ácido mineral y se calienta por medio de vapor a 2-3 atmósferas. El mismo autor recomienda usar de preferencia ácido clorhídrico, pues además de las ventajas antes dichas, el sulfúrico tiene el inconveniente de que imparte a la arcilla propiedades filtrantes que son dañinas en el tratamiento de los aceites. Además, con ácido clorhídrico la activación a 105" C. tarda de dos a tres horas, mientras que con sulfúrico se requiere el doble de tiempo. La concentración usada es de 28 a 30% de ácido clorhídrico calculado en peso de ácido anhidro a arcilla anhidra. Después de que la descomposición de la arcilla ha sido completada, la capa de ácido se bombea a filtros prensas y la arcilla se lava hasta que se eliminan el ácido libre y las sales disueltas, después de lo cual se separa la arcilla de las prensas y se deposita en los secadores. Después de secada, se desintegra la arcilla y se almacena o empaca.

En todas estas operaciones es necesario un control cuidadoso de cada paso para obtener un producto uniforme.

**Caracteres Físicos.**—La translucidez y textura cerosa son mayores en las Arcillas Activadas artificialmente que en las naturales y además no se adhieren tan fácilmente a la lengua como estas últimas. Con el agua, las bentonitas activables se apagan o se desintegran, formando astillas. Su densidad es mayor que las de las Tierras de Fuller. Las Arcillas Activables, en aire muy seco pierden rápidamente su poder adsorbente, tanto antes como después de la activación.

**Composición Química.**—La composición de las Arcillas Activables se parece mucho a la de las Tierras de Fuller y tampoco guarda relación alguna con su propiedad de activabilidad. Son por lo tanto, hidrosilicatos principalmente de aluminio y magnesio con un contenido bastante alto de agua ligada (8).

**Historia.**—El uso de las Arcillas Activadas como agentes de-

colorantes, aunque no tanto como el de las Tierras de Fuller, es bastante antiguo, pues ya en 1919 se anuló la patente alemana 339,919 de la Pfirschingen Mineralwerke Gebr., por emplear métodos de activación que ya estaban en uso en Alemania desde 1910.

La primera patente americana al respecto, fué concedida en 1921 a P. W. Prutzman (<sup>28</sup>), y se refería a la activación de montmorillonita por ácido sulfúrico.

A partir de esa fecha, tanto en Estados Unidos como en Alemania han sido estudiadas extensamente sus propiedades, destacándose en tal sentido los artículos publicados en 1921 por el Dr. Steinan en Alemania (<sup>29</sup>), en 1929 por C. W. Davis y L. R. Messer en Estados Unidos y en 1938 por B. H. Stagner en Inglaterra (<sup>30</sup>).

Su adopción como Tierra de Blanqueo Oficial es mucho más reciente que la de la Tierra de Fuller. Hasta la fecha, el único lote preparado como tal, lo ha sido el que seleccionó la N. S. P. A. (National Soybean Processors Association) de la producción de la Filtrol Co. en 1945 (<sup>31</sup>), habiendo sido adoptado por la A. O. C. S. al establecer su Método Oficial de Blanqueo en 1946, pero con las reservas del caso respecto a su uniformidad, por lo cual se está preparando actualmente un nuevo lote que será renovado cada año.

### 3. CARBÓN ACTIVO.

El Carbón Activado o Carbón Activo es una forma más o menos pura de carbón caracterizado por su gran capacidad de adsorción.

#### Preparación.—

I Tipos de Carbón Activo.—El Carbón Activo no es una entidad química simple, sino que abarca toda una clase de sustancias. La primera gran división es la que se hace entre los carbones empleados para la adsorción de gases y los que se usan en el tratamiento de líquidos. La diferencia en el comportamiento de estos carbones se ha atribuido a que el diámetro de los poros y capilares es más pequeño en el primero de ellos, aunque también pueden influir otros factores, como por ejemplo, la acción del solvente. De aquí se deduce que para cada solvente y soluto existe un tipo diferente de carbón que es el más efectivo.

II Materias Primas.—Una gran cantidad de materiales se ha recomendado para la preparación de Carbón Activo, como madera, hulla, turba, cáscaras de nuez o coco, huesos, lignito, bagazos, azúcar, aserrín, etc., pero comercialmente sólo se emplean unos cuantos, escogidos por su bajo precio y según la clase de Carbón Activo que se desee preparar.

III Activación.—Revisando literatura se encuentra que la activación ha sido estudiada desde todos los ángulos, y que existen cientos de patentes relativas a la fabricación de Carbón Activo; desde un punto de vista académico, se destacan cuatro de estos métodos que a continuación se describen brevemente y de los cuales los dos últimos son los más aplicados en la industria:

(A) La materia prima se impregna con sustancias higroscópicas antes de la carbonización, la cual se lleva a cabo a altas temperaturas. Las superficies higroscópicas más usadas son: cloruro de cinc, ácido sulfúrico y ácido fosfórico. A veces se aplica algún tratamiento complementario después de la carbonización, con objeto de lograr una mayor pureza del producto final, consistiendo generalmente este tratamiento en la adición de ácido clorhídrico y recarbonizado a más baja temperatura y en ausencia de aire.

(B) En este método el carbón se deposita sobre una base inorgánica porosa formando una capa. Para ésto, las sustancias vegetales carbonizables se mezclan con sustancias porosas, como tierra de infusorios, piedra pómez, etc., ya sea en medio líquido o en seco. La mezcla se calienta fuertemente y el carbón resultante de la sustancia vegetal se deposita sobre toda la base porosa. El objeto de este proceso es producir un material un tanto similar al carbón de huesos en su estructura porosa, con el carbón distribuido sobre un gran área.

(C) Aquí, el carbón se deposita sobre una base inorgánica, de la que se separa posteriormente por medios químicos. Las materias vegetales se mezclan con reactivos químicos, como  $\text{CaO}$ ,  $\text{CaSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ , etc., y después de la carbonización las sustancias inorgánicas se disuelven y eliminan, dejando el carbón ya activado, por lo tanto estas sustancias obran como activadores. La carbonización se lleva a cabo generalmente a bajas temperaturas.

Según Mantell (\*), la presencia de las sustancias inorgánicas durante la carbonización, previene la formación de películas de material inactivo adsorbidas sobre la superficie del carbón. También cree posible que los vapores de las sustancias inorgánicas formadas durante la carbonización contribuyan a la formación de un carbón activo, pero la naturaleza exacta de su acción se desconoce.

Este método es empleado por la planta de la I. G. Farben Industrie Aktiengesellschaft, de Leverkusen, Alemania, para la preparación de carbón decolorante. Como materias primas usan turba y aserrín o similares, seleccionados según su costo, como activador, cloruro de cinc, en proporción de una parte de turba por dos de solución al 45% de  $\text{ZnCl}_2$ . La temperatura máxima del carbón durante la activación es de 700° C. y la operación dura apro-

ximadamente dos horas, después se trata con ácido clorhídrico al 3% y se lava.

(D) Un buen número de carbones decolorantes se fabrican por carbonización de las materias vegetales antes dichas, bajo determinadas condiciones de temperatura y presión, según los caracteres físicos que se quieran dar al carbón (porosidad, agregación, etc.). A veces, se le somete a una segunda carbonización para eliminar todas las sustancias volátiles. Después de la preparación inicial, el carbón se activa por medio de aire, óxidos de carbono, cloro, vapor sobrecalentado o mezclas de vapor y aire. Cuando se emplean compuestos gaseosos de carbono, éste se deposita en una forma activa sobre el material que se está activando, especialmente si se mantiene una temperatura relativamente baja.

En Alemania, este método es el empleado por la planta Deutches Gold-und-Silber Scheideanstalt, en Brilonwald, Brilon, para la producción de carbón decolorante. Como materia prima usa carbón de madera de haya, obtenido por pretamizado del carbón usado para otros tipos de Carbón Activo (gas-adsorbente). Como activador emplea vapor a 920°-950° C. durante 1 a 4 horas, según la calidad deseada.

El Carbón Activo americano "Nuchar" se prepara a partir de residuos orgánicos procedentes de la fabricación de celulosa, los cuales son carbonizados en condiciones determinadas para cada tipo. Los hidrocarburos y otras sustancias inactivas volátiles se eliminan casi totalmente, resultando así un incremento en la actividad. Para aumentar su pureza se le somete a un tratamiento ácido seguido de un lavado. El proceso seguido difiere según el tipo que se desea obtener.

**Propiedades Físicas.**—Los Carbones Activos son generalmente polvos relativamente blandos y brillantes. El tamaño de sus partículas es muy pequeño, variando según la clase de carbón, teniendo las más finamente divididas un total de 120,500,000,000 de partículas por gramo<sup>(21)</sup>. La densidad varía según la materia prima que se haya empleado y el grado de activación, siendo el peso por pie cúbico de 10 a 30 o más libras; el grado de activación disminuye la densidad, por lo que los carbones más activos son ligeros y voluminosos.

**Naturaleza Química.**—La composición química del carbón Activo varía mucho según su procedencia: el carbón de huesos contiene alrededor de 10% de carbón, mientras que el de ciertas clases de madera puede llegar a tener hasta 98% de carbón.

El examen por rayos X del Carbón Activo, según muchos investigadores entre los que destacan Hofmann y Barker<sup>(22)</sup>, revela una estructura esencialmente grafitica. Los cristales en cada grá-

nulo de Carbón Activo se encuentran muy separados, lo que provee una cantidad máxima de superficie libre.

En la superficie se encuentran muchos compuestos minerales, los cuales son muy difíciles de eliminar; también contiene cenizas, óxidos superiores de carbono y a menudo compuestos orgánicos nitrogenados. La mayoría de estas substancias se cree que tengan influencia sobre el poder decolorante.

**Historia.**—La historia de la purificación con Carbón Activo comienza con la de los varios carbones —vegetal (de madera), de huesos, de sangre, etc.— los cuales poseen el poder del Carbón Activo en varios grados, pero generalmente en mucho menor escala.

La primera noticia sobre su empleo se remonta al siglo XIII, época en que Marco Polo encontró que en Un-guen las cenizas de ciertas maderas se emplean en refinar azúcar, y Kausch (2<sup>a</sup>) reporta que la propiedad del carbón vegetal de eliminar el color de las soluciones era ya conocida en Europa desde el siglo XV.

Sin embargo, la propiedad decolorante del carbón vegetal fue olvidada hasta que Lowitz la redescubrió en 1785 y la empleó en la preparación de cristales de ácido tartárico. Anteriores a esta fecha se pueden mencionar las experiencias de Priestley en 1770, quien preparó carbón parcialmente activado al hacer ensayos para aumentar su conductancia, y los de Scheele y Fontana, quienes en 1777 reportaron que el carbón de madera podía adsorber gases.

En 1810-1811 Figuiet encontró que el carbón de huesos era muy efectivo en la decoloración; estos estudios los amplió Derosne en 1812, y en 1828 fueron ya aplicados por Drumont en la refinación industrial del azúcar, y algunos años más tarde, por Chasters en la de aceites minerales.

El descubrimiento de Figuiet postergó el interés por el carbón vegetal casi un siglo, pues exceptuando alguna aplicación ocasional de él, como en las máscaras para gases de Stenhouse en 1854, poco se oyó de él hasta 1900, en que Ostrejkó empleó cloruros minerales en la preparación de un carbón vegetal que decía tener un poder decolorante diez veces mayor que el del carbón de huesos. Esto estimuló a muchos en su trabajo y literalmente cientos de métodos de activación fueron patentados. La utilización de Carbón Activo en las máscaras para gases en la Primera Guerra Mundial convirtió el término "Carbón Activo" en una palabra de empleo casi vulgar.

Desde 1918 el empleo del Carbón Activo se ha extendido enormemente y su uso es corriente en numerosas industrias, particularmente en las de productos alimenticios; de estas, la de aceites ve-

getales fué la primera en apreciar la utilidad del Carbón Activo y aplicarlo en gran escala como decolorante (22) (27), desarrollando una técnica amplia.

En la actualidad el Carbón Activo que más se emplea en América debido a su gran calidad, es el "Nuchar", del cual hay tipos específicos para cada sustancia por purificar; para aceites vegetales existen los tipos GFO, S, SL, No. 2-Oil y 00- Oil. La fabricación del "Nuchar" se inició en 1924 sustituyendo a la del "Super-Filtchar", que era menos activo y del que solo se producían unos cuantos tipos. Hay otras marcas de prestigio también mundial entre las que destacan: Absorbite, Darco, Dorsite, Suchar y Super-Norite, americanos; Bayer y Carboraffin, alemanes; Columbia y Norit, holandeses; Norite y Suma Carb Super Grade, ingleses y Urbain, frances.

## b. METODOS QUIMICOS

Los agentes empleados en el blanqueo por métodos químicos se pueden separar en oxidantes y reductores, según su comportamiento.

### 1. OXIDANTES.

Entre los oxidantes los más empleados son: aire (u oxígeno), ozono, persales, dicromatos, hipocloritos y últimamente parece que también está tomando importancia el dióxido de cloro.

El aire, el oxígeno y el ozono solo poseen una acción blanqueante efectiva solamente sobre el aceite de palma por lo que carecen de importancia en este trabajo.

**Historia.**—La aplicación de los oxidantes en general, como agentes blanqueantes de aceites vegetales, es más reciente que la de los adsorbentes.

La cita bibliográfica más antigua a este respecto la hace Lewkowitzsch<sup>(14)</sup>, y data de 1906, en que parece se hizo el primer intento para blanquear aceites con oxilita. Los demás agentes blanqueantes conocidos entonces fueron aplicados seguidamente, y ya para 1917 tanto Fryer y Weston<sup>(15)</sup>, como L. E. Andrés<sup>(1)</sup>, los mencionan en sus respectivos libros, con excepción del peróxido de benzoilo, el cual no hace su aparición sino hasta 1922<sup>(16)</sup>, y del dióxido de cloro, cuyo primera patente fué presentada en 1930<sup>(17)</sup>, seguida por otras varias<sup>(17)(18)(19)</sup> en que se prescribe su uso, ya sea solo o en combinación con persales, no siendo sino hasta 1945<sup>(20)(21)</sup> cuando empieza a adquirir importancia industrial, pero su empleo es muy delicado y requiere de un aparato especial en que producirse al momento en que vaya a usarse, ya que no se puede almacenar por ser muy inestable.

Las características e historia de cada uno de los agentes en particular, sería un trabajo laborioso e inútil, ya que se pueden encontrar todos esos datos en cualquier tratado de química.

Para el desarrollo de este trabajo se escogió la sustancia más recomendada de cada tipo de los tres más usuales: como persal, un peróxido orgánico, el de benzoilo y uno inorgánico, el de hidrogeno; de los dicromatos, el de potasio, y de los hipocloritos, el de calcio.

### 2. REDUCTORES.

Los reductores son empleados en mucho menor escala y número que los oxidantes, debido a que su acción sobre los pigmentos de los aceites es un proceso reversible, ya que el color reduci-

do es fácilmente oxidable por la sola acción del medio ambiente al color original, por lo que no es posible almacenar un aceite decolorado de esta manera; como agentes reductores son de tomarse en consideración solamente el óxido sulfuroso y los hidrosulfitos, especialmente el formaldehído sulfoxilato, el cual es el más activo de los reductores en este caso.

El empleo de estas sustancias data de más o menos la misma época que el de los oxidantes, pues también en 1906 existe ya una patente inglesa referente al empleo de sulfoxilatos en el blanqueo de aceites vegetales <sup>(13)</sup><sup>(34)</sup>.

El hidrógeno no es muy recomendado como decolorante de aceites, pues como se explicó antes, si el blanqueo se lleva a cabo en condiciones óptimas se daña grandemente el aceite, pero se puede efectuar sin embargo una parcial decoloración a menor temperatura y presión.

**CAPITULO IV**

---

**LA ELIMINACION DEL COLOR.  
OPERACIONES INHERENTES.**

---

## a. TRATAMIENTO PREVIO DEL ACEITE

### 1. METODOS FISICO-QUIMICOS.

Como se dijo en la Introducción, el blanqueo va precedido siempre de la refinación, ya que ésta elimina sustancias que también son adsorbidas por las tierras y carbones, interfiriendo por lo tanto la adsorción de los pigmentos; la refinación al mismo tiempo forma las sales sódicas de estos pigmentos, las cuales parecen ser más fácilmente adsorbibles.

En lo que respecta a la humedad del aceite, las opiniones son contradictorias; según unos el aceite debe secarse completamente antes de agregar el adsorbente, mientras que otros como H. Odeen y H. D. Slosson (<sup>13</sup>), opinan que la humedad no es perjudicial y hasta puede ser algo benéfica, y recomiendan no secar el aceite antes de agregar el adsorbente, sino dejar que la deshidratación y el blanqueo se efectúen simultáneamente.

### 2. METODOS QUIMICOS.

Aquí no tiene ninguna influencia el que el aceite esté refinado o no, excepto en el caso de que se usen los hipocloritos, los cuales además de actuar sobre los pigmentos, neutralizan también los ácidos grasos libres y por lo tanto se desperdician en parte si se hacen actuar sobre aceites no refinados de alta acidez.

## b. APLICACION DEL AGENTE DECOLORANTE

### 1. METODOS FISICO-QUIMICOS.

**Por Gravedad o Percolación.**—En un principio se empleó este método para la aplicación de los adsorbentes y al respecto, W. C. Phalen (<sup>14</sup>) da las siguientes reglas para que resulte lo más efectivo posible: (1) la columna del adsorbente debe ser lo más larga posible; (2) el adsorbente debe estar finamente dividido para obtener un mayor contacto; (3) la temperatura, la más baja posible a la cual pueda ser bien trabajado el aceite, pues a alta temperatura es muy rápido el flujo y menor el tiempo de contacto; (4) el aceite debe ser lo suficientemente fluido para que sobre él pueda actuar mecánicamente la estructura interna, o sea, los poros del adsorbente.

En vez de pasar el aceite por la columna de material decolorante por gravedad, se le puede bombear de abajo hacia arriba, obteniéndose así a veces mejores resultados.

Este método en la actualidad carece de aplicación en el blan-

queo de aceites vegetales, pues presenta muchas desventajas, como el defectuoso contacto entre el adsorbente y el aceite, el cual es casi exclusivamente superficial, lo que ocasiona más gasto de adsorbente, siendo ese defectuoso contacto empeorado aún más por las grietas que se forman en la capa del material blanqueante, por las cuales escurre parte del aceite sin tocar siquiera el adsorbente.

**Con Agitación.**—Este método llamado también "de contacto", es el que se emplea casi exclusivamente en la actualidad, desplazando totalmente al anterior en lo que respecta a la industria de aceites vegetales.

En la industria se efectúa en pailas de construcción similar a las de refinación, sólo que de menor capacidad (5 a 10 toneladas) para evitar que el filtrado se prolongue, lo cual es indeseable en algunos casos ya que aumenta el tiempo de contacto; estas pailas al igual que las de refinación están equipadas con tubos espirales para vapor y agitadores de velocidad media (unas 300 r.p.m.). Las pailas pueden ser cerradas o no según se quiera o no trabajar en ausencia de Oxígeno. La temperatura, tiempo y concentración del adsorbente, varían para cada uno de estos, así como para cada aceite.

El agente decolorante se puede añadir en una o varias porciones, aunque en este último caso tiene lugar una decoloración menor, se malgasta el tiempo y se expone el aceite a una oxidación innecesaria ya que se mantiene a una temperatura relativamente alta durante mucho tiempo. Esta pérdida de eficiencia puede atribuirse, desde el punto de vista de la teoría de la adsorción, a que la disminución de las concentraciones del adsorbente y de la sustancia colorida disminuye las posibilidades de contacto entre ambos, o según las experiencias de D. Wesson<sup>(64)</sup>, a que la acción oxidante de los adsorbentes sobre el aceite se acentúa en las últimas porciones al disminuir la concentración de las partículas coloridas.

En el laboratorio se llevó a cabo según el Método Oficial de la A.O.C.S.<sup>(2)</sup>; se empleó un recipiente de hierro esmaltado, de 4.5" de diámetro y 4.5" de alto, con capacidad total aproximada de 900 ml.; estando provisto de un agitador cuyo vástago de cobre niquelado, de 30 cm. de largo, sostiene en su extremo y en ángulo recto con respecto a él mismo, una paleta de los mismos materiales, de 0.5" x 3.5", siendo movido por un motor eléctrico "Precision Scientific Co." de aproximadamente 1/64 de Caballo, a una velocidad de  $250 \pm 20$  r.p.m. El calentamiento se llevó a cabo por medio de una parrilla eléctrica que permitía calentar 300 gramos de aceite en 7 minutos de 20° a 120° C.

## 2. METODOS QUIMICOS.

Al blanquear por medio químicos se aplican estos siempre con agitación, la cual se efectúa generalmente en la industria por medio de aire, evitando así una posible acción sobre el agitador.

En el laboratorio se llevó a cabo en las mismas condiciones que en el caso de los adsorbentes, exceptuando que tanto el recipiente como el agitador fueron de vidrio.

### c. FILTRADO Y PERDIDAS.

#### 1. METODOS FISICO - QUIMICOS.

El filtrado se lleva a cabo en la industria mediante filtros prensas de platos sin marco, de una capacidad suficiente para retener todo el adsorbente empleado en una sola operación. El aceite se pasa por los filtros prensas inmediatamente después de terminado el blanqueo, y las primeras porciones que pasan se reafilan, pues siendo las partículas de los adsorbentes de un tamaño muy pequeño, se pasan los filtros hasta que no tapan ellas mismas los poros más grandes de éstos.

El adsorbente retiene siempre gran cantidad de aceite, la cual puede variar de 20 a 100% o más, según la actividad de aquel; parte del aceite se recupera pasando una corriente de vapor por el filtro al final de la operación, lográndose así reducir la cantidad de aceite adsorbido hasta 10 a 40%; este resto se puede recuperar por extracción con solvente, pero al mismo tiempo que el aceite se extraen los pigmentos, por lo que resulta un aceite de tan baja calidad que hace incosteable la operación. La recuperación del adsorbente también resulta cara y requiere equipo especial, por lo que no se suele llevar a cabo en la planta de tratamiento de aceites.

Industrialmente, se puede obtener algún ahorro de adsorbente al aceite un tratamiento preliminar con tierra o carbón ya usados, empleando el método de Hassler y Hagberg<sup>(21)</sup>, que consiste en dar lo que elimina una pequeña porción del color, permitiendo emplear posteriormente una concentración menor de adsorbente, o la obtención de un color más claro si se usa la misma cantidad.

C. R. Kemp<sup>(21)</sup> recomienda tener mucho cuidado al quitar la Arcilla Activada de los filtros pues es muy fácil dañarlos.

En el laboratorio el filtrado se llevó a efecto mediante papel filtro de poro fino (E & D No. 192) de 250 mm. de diámetro, como recomienda la A. O. C. S. en sus Métodos Oficiales Cc 8a-46 y Cc 13b-45<sup>(22)</sup>.

#### 2. METODOS QUIMICOS.

El filtrado cuando se emplean agentes químicos se efectúa de diferentes maneras: al usar Peróxido de Benzoilo en seco, no se hace necesario ninguno, pues los productos finales son solubles en el aceite; en cambio si se emplea en medio alcalino, se filtra el álcali en forma analoga a los adsorbentes, y de igual forma se hace cuando se trata de los Hipocloritos o del Peróxido de Hidrógeno en medio alcalino, después de haber decantado el agua; este decantado es la única operación necesaria en el caso del Dicromato, es que se elimina por lavado con agua, y del Peróxido de Hidrógeno cuando se usa en medio ácido.

Las pérdidas en estos casos son nulas o insignificantes.

#### d. DETERMINACION DE LA INTENSIDAD DE LA COLORACION.

La medida del color se hizo según el Método Oficial Cc 13b-45 de la A. O. C. S. (2) el cual emplea un tintómetro Wesson, que consiste en una caja de paredes opacas, dentro de la cual hay una lámpara Mazda azul de 100 wats, cuya luz es reflejada por un block de magnesia de  $1 \times 2\frac{3}{4} \times 3\frac{3}{4}$  pulgadas, a través de dos tubos de metal, negros, de una pulgada de diámetro con un anillo en el fondo que deja un espacio libre de  $13/16$  de pulgada de diámetro, por el cual pasa la luz, en un tubo, a través de una serie de vidrios graduados según la escala Lovibond Standard, de colores rojo y amarillo y que deben estar limpios y sin rayaduras, y por el otro, a través de un tubo de cristal de 154 mm. de largo, con diámetro interior de 19 mm. y exterior de 22 mm., el cual se llena con el aceite hasta una marca que está a 135.55 mm. del fondo.

Aparte de este método existen otros varios, de los cuales solamente tiene importancia el denominado FAC, ya que permite determinar el color de aceites muy oscuros, en los cuales es imposible usar el sistema Lovibond. En el sistema FAC se emplean 23 vasos conteniendo diversas sustancias inorgánicas y numerados según los números ones del 1 al 45, no siendo estos números aditivos, ya que por ejemplo, los números 21 al 29 tienen un color más claro que del 13 al 19; este sistema es por lo tanto arbitrario y solo se emplea para colores oscuros, aunque sus números 1 a 9 son también para colores claros.

Por último, existe también el método fotométrico, el cual es el más exacto sin lugar a duda, pues tiene la ventaja esencial de eliminar el error personal, aunque necesita un equipo relativamente complicado y caro, precisando de cálculos y tablas, aun en su forma más simplificada, que es como lo expone L. K. Whyte (11), y además no da los tonos, sino solo las intensidades y no da los valores de los colores en una sola figura como las unidades rojo Lovibond.

**CAPITULO V**

**LA ELIMINACION DEL COLOR.—  
ESTUDIO DE LOS PROCESOS FISICO-QUIMICOS.**

## α. INFLUENCIA DEL TIEMPO.

Según F. C. Vilbrandt y H. J. Bankston (<sup>12</sup>), una vez pasado cierto mínimo, el tiempo de contacto no tiene casi ninguna influencia sobre la intensidad de la coloración resultante; esto es cierto en todos los casos para el aceite de algodón de primera, mientras que para el aceite de ajonjolí de segunda, solo lo es en el caso de que el adsorbente sea Carbón Activo pues cuando se somete a la acción de Arcilla Activada, el color residual va disminuyendo conforme aumenta el tiempo de contacto, hasta llegar a un mínimo a partir del cual, la decoloración va haciéndose menos intensa, de tal manera que la curva resultante es parecida a una parábola, cuyo vértice se encuentra un poco desplazado hacia la parte interna de la curva (Curva No. 2).

La Tierra de Fuller posee una acción decolorante tan débil sobre el aceite de ajonjolí negro, que no se puede estudiar la influencia de los diversos factores, va que los colores residuales son siempre mayores a 50 Rojo Lovibond (Exp. I).

### Parte Experimental.

- (I) Decolorante: Tierra de Fuller Oficial A.O.C.S. (1947-48)  
Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.

Color inicial del aceite: sobre 50 R.

Peso del aceite: 300 g.

Concentración de la Tierra de Fuller: 6%.

Temperatura: 80° C. ( $\pm 1.5^\circ$  C.)

#### Resultados:

	tiempo (min.)	color residual (Lovibond)
(A)	5	sobre 50 R
(B)	10	sobre 50 R
(C)	15	sobre 50 R
(D)	20	sobre 50 R

- (II) Decolorante: Tierra de Fuller Oficial A.O.S.S. (1947-48)  
Aceite: Algodón de la. Refinado.

Color inicial del aceite: 35 A - 8.4 R

Peso del aceite: 300 g.

Concentración de la Tierra de Fuller: 6%.

Temperatura: 90° C. ( $\pm 1.5^\circ$  C.)

Resultados: (Curva No. 1):

	tiempo (min.)	color residual (Lovibond)
(A)	3	25 A - 3.0 R
(B)	6 1/2	25 A - 2.9 R
(C)	10	20 A - 2.9 R
(D)	20	20 A - 2.9 R
(E)	30	20 A - 2.9 R
(F)	40	20 A - 2.8 R

(III) Decolorante: Arcilla Activada Oficial A.O.C.S. (1947-48)  
Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.

Color inicial del aceite: sobre 50 R

Peso del aceite: 300 g.

Concentración de la Arcilla Activada: 4 %.

Temperatura: se comenzó a 65° C., elevando en 2 min. a 80° C., sosteniéndose ahí ( $\pm$  1.5° C.)

Resultados: (Curva No. 2)

	tiempo (min.)	color residual (Lovibond)
(A)	10	35 A - 14.5 R
(B)	20	35 A - 12.9 R
(C)	30	35 A - 11.8 R
(D)	40	35 A - 10.5 R
(E)	50	35 A - 10.6 R
(F)	60	35 A - 10.7 R
(G)	70	35 A - 11.8 R

(IV) Decolorante: Arcilla Activada Oficial A.O.C.S. (1947-48)  
Aceite: Algodón de 1a. Refinado.

Color inicial del aceite: 35 A - 8.6 R

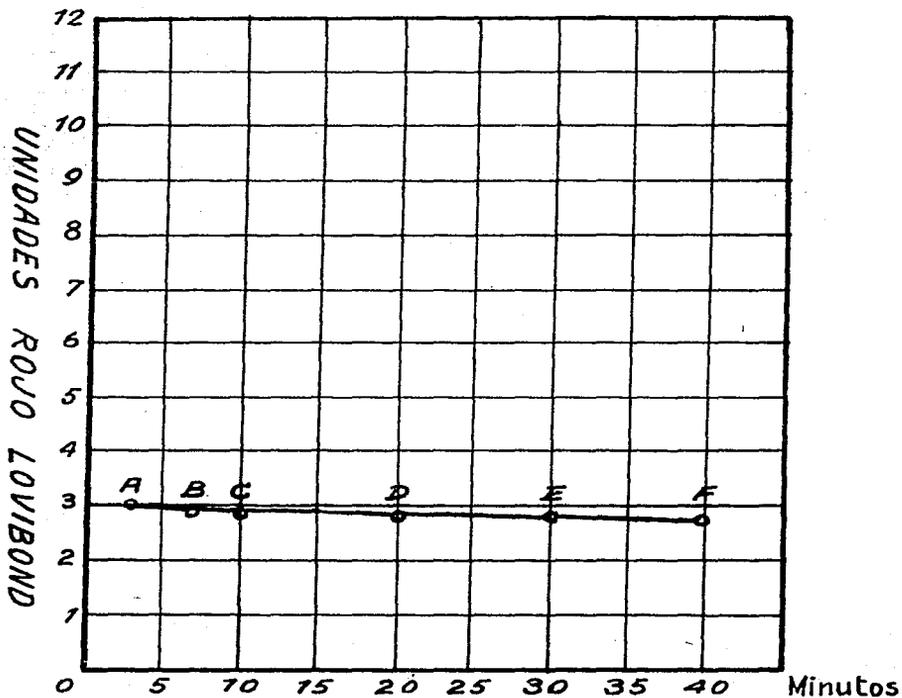
Peso del aceite: 300 g.

Concentración de la Arcilla Activada: 4 %.

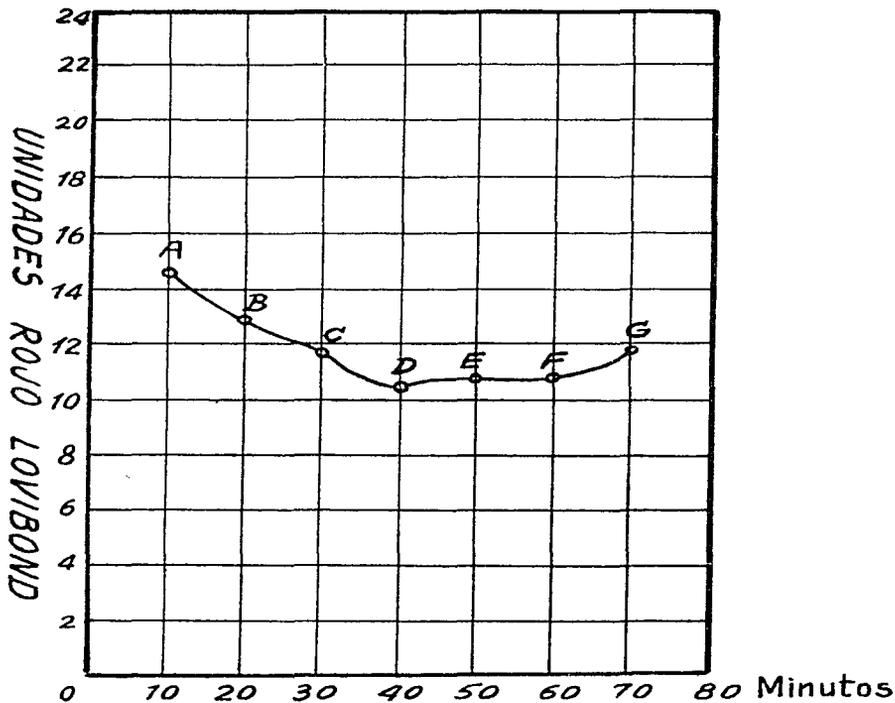
Temperatura: se comenzó a 75° C. elevando en 3 1/2 min. a 90° C., donde se sostuvo ( $\pm$  1.5° C.)

Resultados: (Curva No. 3):

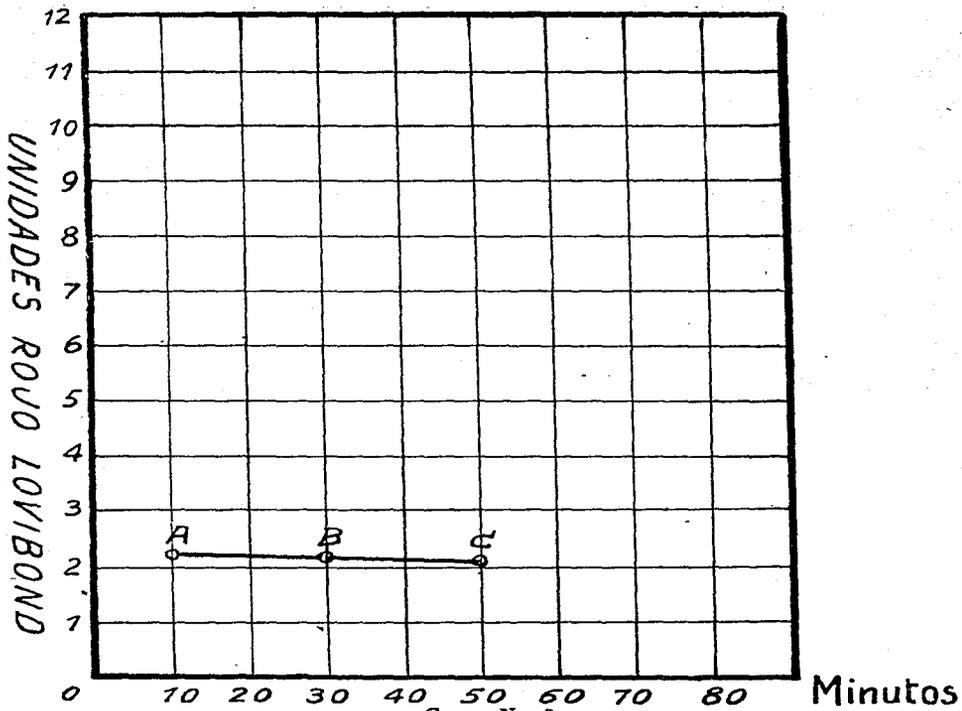
	tiempo (min.)	color residual (Lovibond)
(A)	10	20 A - 2.2 R
(B)	30	20 A - 2.2 R
(C)	50	20 A - 2.1 R



Curva No. 1.  
 Acción de la Tierra de Fuller sobre el Aceite de Algodón de 1a.  
 Influencia del Tiempo.



Curva No. 2.  
 Acción de la Arcilla Activada sobre el Aceite de Ajonjolí de 2a.  
 Influencia del Tiempo.



Curva No. 3.  
 Acción de la Arcilla Activada sobre el Aceite de Algodón de 1ª.  
 Influencia del Tiempo.

(V) Decolorante: Carbón Activo "Nuchar GFO".  
Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.

Color inicial del aceite: sobre 50 R  
Peso del aceite: 300 g.  
Concentración del Carbón Activo: 2%.  
Temperatura: 90° C. ( $\pm 1.5^\circ$  C.)

Resultados (Curva No. 4):

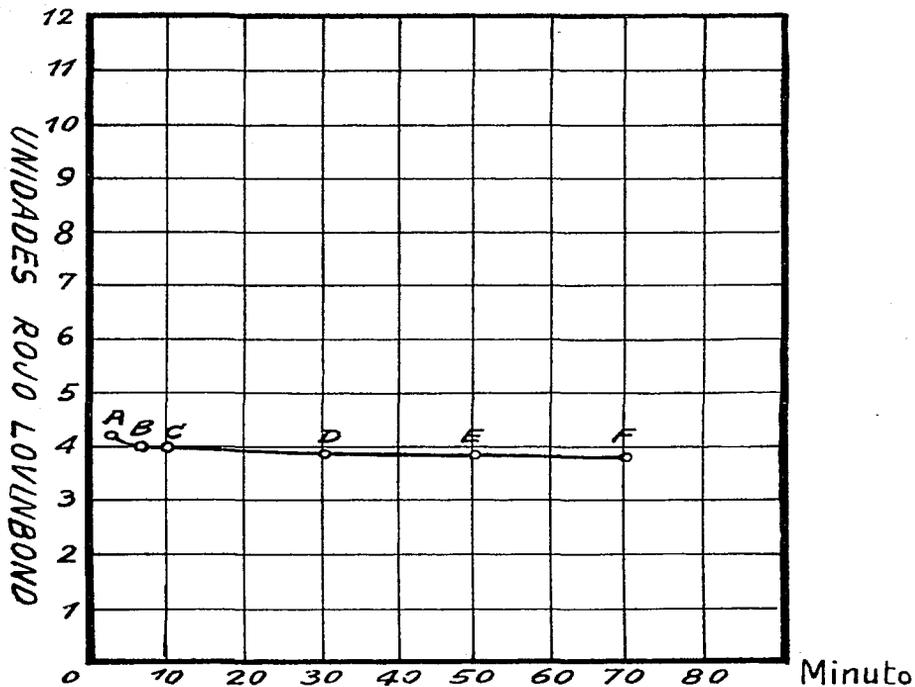
	tiempo (min.)	color residual (Lovibond)
(A)	3	50 A - 4.2 R
(B)	6 $\frac{1}{2}$	50 A - 4.0 R
(C)	10	35 A - 4.0 R
(D)	30	35 A - 3.9 R
(E)	50	35 A - 3.9 R
(F)	70	35 A - 3.8 R

(VI) Decolorante: Carbón Activo "Nuchar GFO".  
Aceite: Algodón de 1a. Refinado.

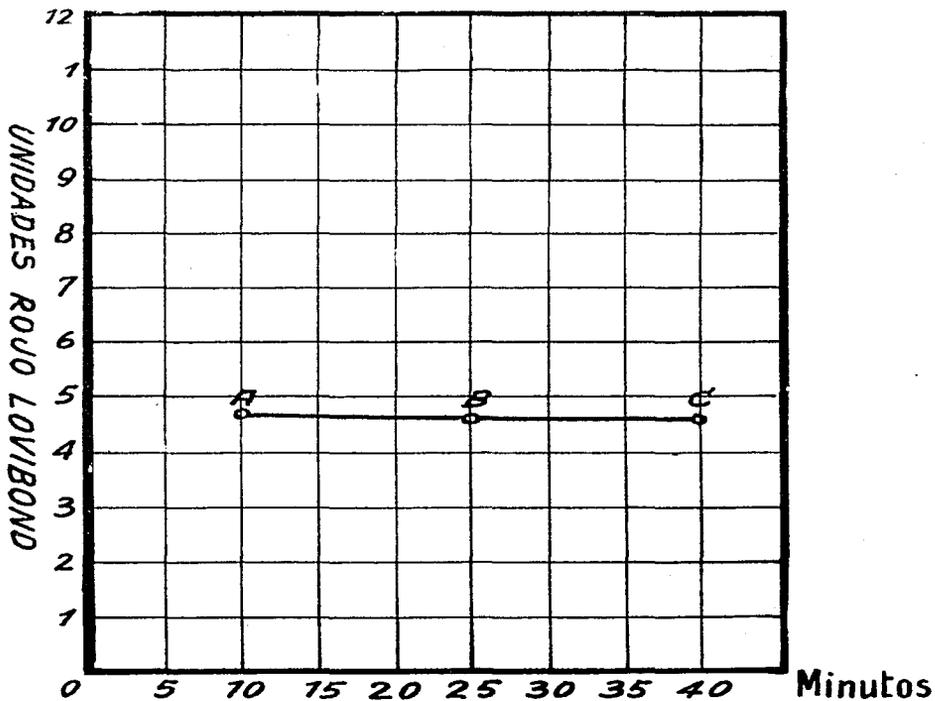
Color inicial del aceite: 35 A - 8.6 R  
Peso del aceite: 300 g.  
Concentración del Carbón Activo: 1%.  
Temperatura: 90° C. ( $\pm 1.5^\circ$  C.)

Resultados (Curva No. 5):

	tiempo (min.)	color residual (Lovibond)
(A)	10	35 A - 4.7 R
(B)	25	35 A - 4.6 R
(C)	40	35 A - 4.6 R



Curva No. 4.  
 Acción del Carbón Activo sobre el Aceite de Ajonjolí de 2a.  
 Influencia del Tiempo



Curva No. 5.  
Acción del Carbón Activo sobre el Aceite de Algodón de 1a.  
Influencia del Tiempo.

## b. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA.

En algunos aceites como el de ajonjolí, la temperatura óptima de blanqueo se encuentra entre 80° - 110° C., pues a temperaturas menores aumenta la viscosidad del aceite, lo cual impide un contacto apropiado, mientras que a mayor temperatura se observa una reversibilidad en el color, debida probablemente a alguna reacción de oxidación o polimerización ("), siendo la curva resultante de esta manera una especie de media parábola que se continúa por una curva ascendente irregular (Curvas Nos. 7 y 9).

En cambio, en el aceite de algodón, una vez que se ha alcanzado una temperatura suficiente para disminuir la viscosidad del aceite a tal grado que no impida el contacto apropiado entre el agente decolorante y las partículas coloridas, un aumento de temperatura no tiene casi influencia sobre la intensidad de la decoloración, y a veces hasta la favorece ligeramente, siendo esto más palpable en el caso de la Arcilla Activada (Curva No. 8).

Al emplear esta última, se siguió la sugerencia de C. R. Kemp ("), quien recomienda agregar la Arcilla 10° - 20° C. abajo de la temperatura a la cual se llevará a cabo el blanqueo.

Al blanquear con Carbón Activo se observa, sobre todo cuando se trata del aceite de ajonjolí (Exp. IV), que a bajas temperaturas, la eliminación del color amarillo es comparativamente menor en proporción al rojo.

Como se dijo al tratar de la influencia del tiempo, la Tierra de Fuller no presenta acción apreciable sobre el aceite de ajonjolí de segunda.

### Parte Experimental.

- (I) Decolorante: Tierra de Fuller Oficial A.O.C.S. (1947-48)  
Aceite : Algodón de la. Refinado.

Color inicial del aceite: 35 A - 8.4 R

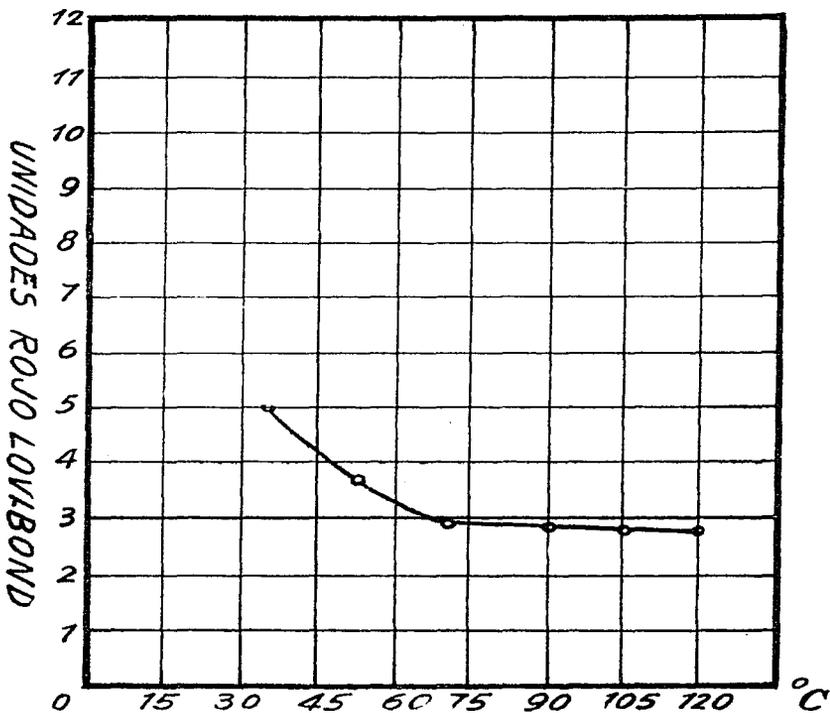
Peso del aceite: 300 g.

Concentración de la Tierra de Fuller: 6%.

Margen de Temperatura:  $\pm 1.5^\circ$  C.

Resultados (Curva No. 6):

	Temperatura ( $^\circ$ C)	color residual (Lovibond)
(A)	35	35 A - 5.0 R
(B)	53	35 A - 3.7 R
(C)	70	30 A - 2.9 R
(D)	90	25 A - 2.9 R
(E)	105	25 A - 2.8 R
(F)	120	25 A - 2.8 R



Curva No. 6.  
 Acción de la Tierra de Fuller sobre el Aceite de Algodón de la.  
 Influencia de la Temperatura.

(II) Decolorante: Arcilla Activada Oficial A.O.C.S. (1947-48)  
Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.

Color inicial del aceite: sobre 50 R

Peso del aceite: 300 g.

Concentración de la Arcilla Activada: 4%.

Tiempo de Contacto: 40 minutos.

Margen de Temperatura:  $\pm 1.5^\circ$  C.

Se comenzó a  $15^\circ$  C. bajo las temperaturas indicadas, subiéndolas hasta éstas en 2-2½ minutos y manteniéndolas hasta el final.

Resultados (Curva No. 7):

	Temperatura ( $^\circ$ C)	color residual (Lovibond)
(A)	60	35 A - 15.3 R
(B)	70	35 A - 12.1 R
(C)	80	35 A - 10.5 R
(D)	90	35 A - 9.1 R
(E)	100	35 A - 9.5 R
(F)	110	35 A - 9.7 R

(III) Decolorante: Arcilla Activada Oficial A.O.C.S. (1947-48)  
Aceite: Algodón de 1a. Refinado.

Color inicial del aceite: 35 A - 8.6 R.

Peso del aceite: 300 g.

Concentración de la Arcilla Activada: 4%.

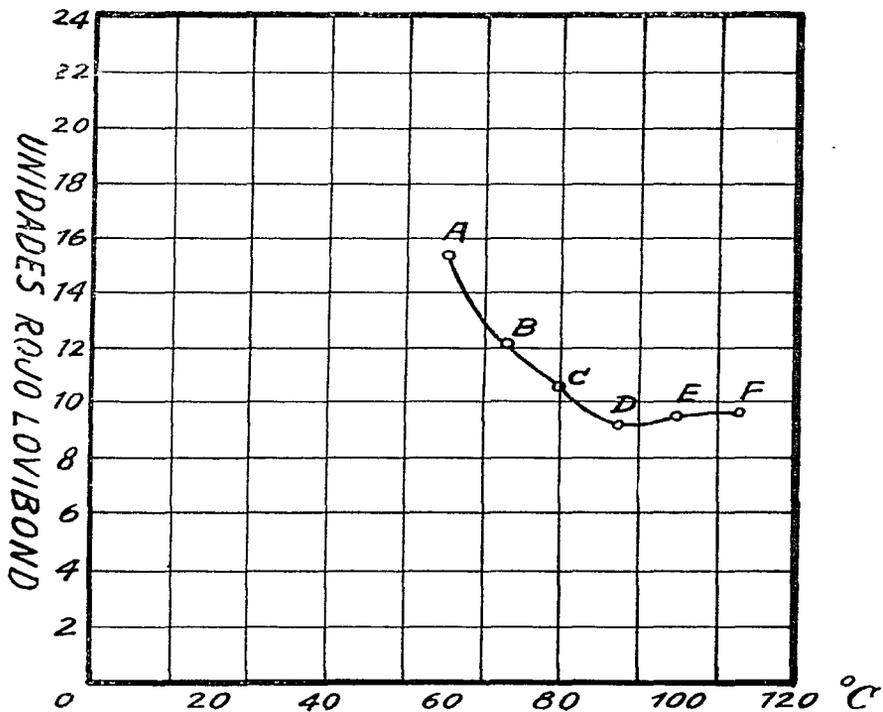
Tiempo de Contacto: 10 minutos.

Margen de Temperatura:  $\pm 1^\circ$  C.

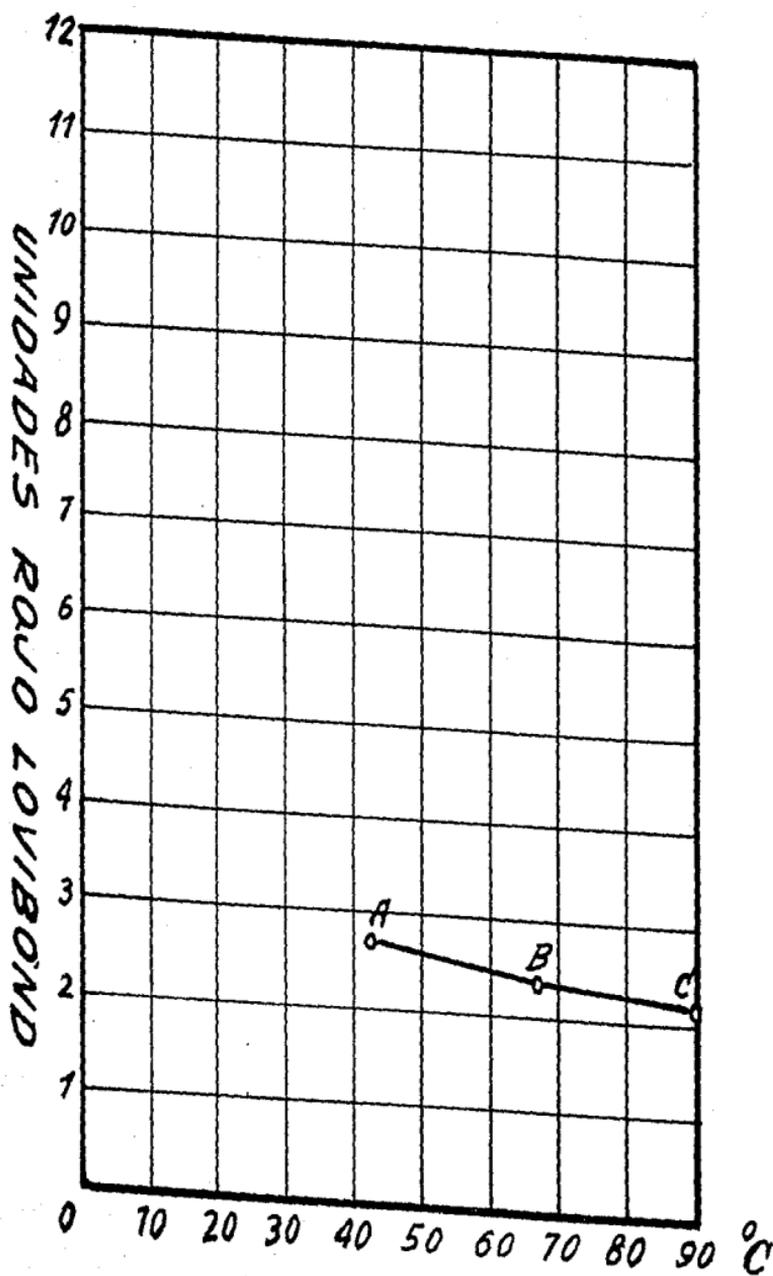
Se comenzó a  $15^\circ$  C. bajo las temperaturas indicadas, subiéndolas a éstas en 2½-3 min. y manteniéndolas hasta el final.

Resultados (Curva No. 8):

	Temperatura ( $^\circ$ C)	color residual (Lovibond)
(A)	42	25 A - 2.7 R
(B)	67	20 A - 2.4 R
(C)	90	20 A - 2.2 R



Curva No. 7.  
 Acción de la Arcilla Activada sobre el Aceite de Ajonjolí de 27.  
 Influencia de la Temperatura.



Curva No. 8.  
 Acción de la Arcilla Activada sobre el Aceite de Algodón de la,  
 Influencia de la Temperatura.

(IV) Decolorante: Carbón Activo "Nuchar GFO".  
Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.

Color inicial del aceite: sobre 50 R  
Peso del aceite: 300 g.  
Concentración del Carbón Activo: 2%.  
Tiempo de Contacto: 10 minutos.  
Margen de Temperatura:  $\pm 1^\circ \text{C}$ .

Resultados (Curva No. 9):

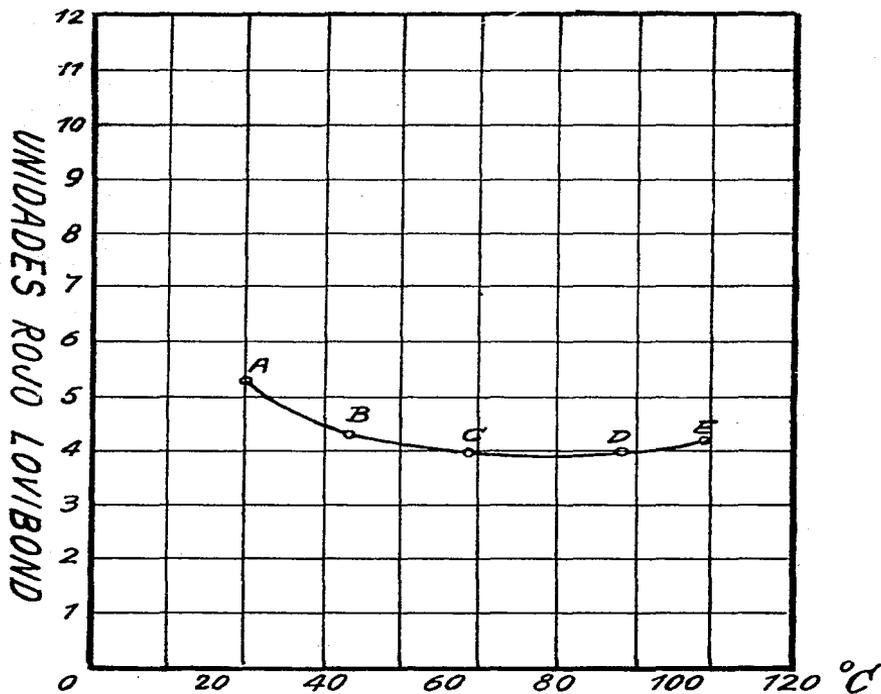
	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )	color residual (Lovibond)
(A)	26.5	115 A - 5.3 R
(B)	44	50 A - 4.3 R
(C)	65	35 A - 4.0 R
(D)	90	35 A - 4.0 R
(E)	115	35 A - 4.2 R

(V) Decolorante: Carbón Activo "Nuchar GFO".  
Aceite: Algodón de 1a. Refinado.

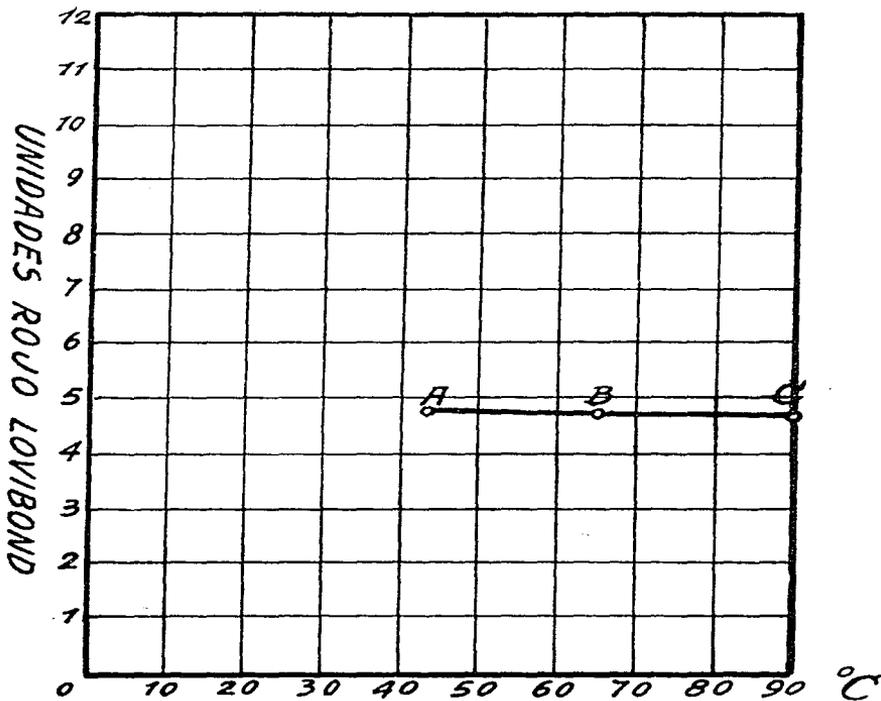
Color inicial del aceite: 35 A - 8.6 R  
Peso del aceite: 300 g.  
Concentración del Carbón Activo: 1%.  
Tiempo de Contacto: 10 minutos.  
Margen de Temperatura:  $\pm 1^\circ \text{C}$ .

Resultados (Curva No. 10):

	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )	color residual (Lovibond)
(A)	43	50 A - 4.8 R
(B)	65	35 A - 4.7 R
(C)	90	35 A - 4.7 R



Curva No. 9.  
 Acción del Carbón Activo sobre el Aceite de Ajonjolí de 2a.  
 Influencia de la Temperatura.



Curva No. 10.  
Acción del Carbón Activo sobre el Aceite de Algodón de la.  
Influencia de la Temperatura.

### c. INFLUENCIA DE LA CONCENTRACION.

Las curvas obtenidas con los colores residuales y las concentraciones de decolorante con que fueron obtenidos, son aproximadamente del tipo logarítmico.

En el aceite de ajonjolí de 2a., es imposible verificar mediante la ecuación de Freundlich si las curvas son realmente logarítmicas, ya que se desconoce el color inicial.

En el aceite de algodón de 1a., se observa que a concentraciones medias las curvas son realmente logarítmicas, siendo estas concentraciones menores de 1.5% para la Arcilla Activada y de 3% para la Tierra de Fuller y el Carbón Activo (Curvas Nos. 11 bis, 14 bis, 17 bis y 18 bis). En el caso de mayores concentraciones, cuando se trata de Tierra de Fuller o Arcilla Activada, la curva, aparentemente logarítmica, se resuelve en otra curva al aplicar la ecuación de Freundlich (Curvas Nos. 12 bis y 15 bis). También a concentraciones muy pequeñas las curvas no son realmente logarítmicas (Curvas Nos. 11 bis y 14 bis). Así mismo se observa en estas mismas curvas, al igual que en las 17 bis y 18 bis, que el margen en que son realmente logarítmicas se hace más pequeño a medida que aumenta la actividad del adsorbente.

Al aplicar la ecuación de Freundlich se encuentran los siguientes valores para las constantes:

Tierra de Fuller:  $K = -1.8$  ;  $n = 2.4$  (puntos F y D Curva No. 11)  
Arcilla Activada:  $K = -0.45$ ;  $n = 0.75$  (puntos A y C Curva No. 14)  
Carbón Activo :  $K = -3.7$  ;  $n = 5.75$  (puntos B y D Curva No. 17)

La acción preferente del Carbón Activo sobre el color rojo se observa aquí al emplear concentraciones pequeñas (Exp IV), al igual que cuando la decoloración se efectuó a baja temperatura.

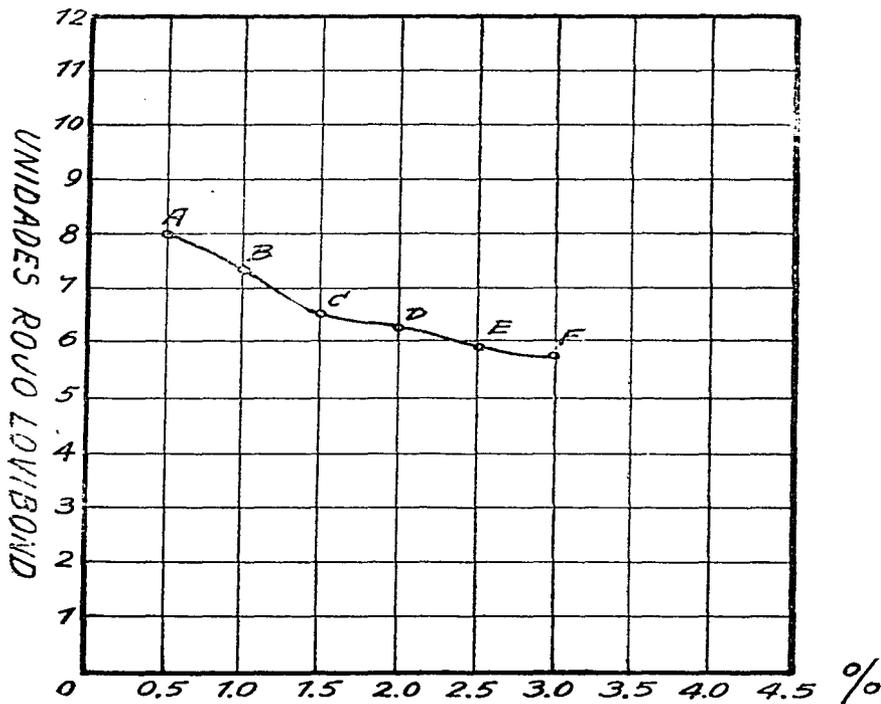
#### Parte Experimental.

(I) Decolorante: Tierra de Fuller Oficial A.O.C.S (1947-48)  
Aceite: Algodón de 1a. Refinado.

Peso del aceite: 300 g.  
Tiempo: 10 minutos.  
Temperatura: 90° C. ( $\pm 1.5^\circ$  C.)

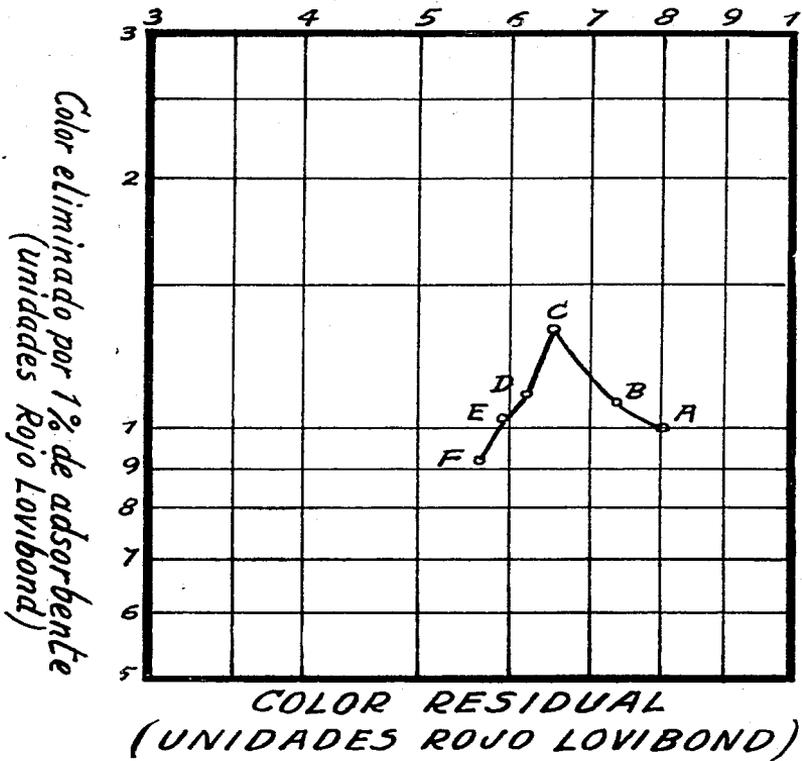
Resultados:

Empleando concentraciones bajas (Curvas Nos. 11 y 11 bis):  
Color inicial del aceite: 5C A - 8.5 R



Curva No. 11.

Acción de la Tierra de Fuller sobre el Aceite de Algodón de la.  
Influencia de la Concentración.



Curva No. 11 bis.  
 Acción de la Tierra de Fuller sobre el Aceite de Algodón de la.  
 Influencia de la Concentración.

	concentración (%)	Color residual (Lovibond)	x/m (Freundlich)
(A)	0.5	50 A - 8.0 R	1.0
(B)	1.0	50 A - 7.4 R	1.1
(C)	1.5	35 A - 6.5 R	1.33
(D)	2.0	35 A - 6.2 R	1.15
(E)	2.5	35 A - 5.9 R	1.04
(F)	3.0	35 A - 5.7 R	0.93

Empleando concentraciones altas (Curvas Nos. 12 y 12 bis):  
 Color inicial del aceite: 50 A - 9.1 R

	concentración (%)	Color residual (Lovibond)	x/m (Freundlich)
(A)	2.0	35 A - 7.1 R	1.0
(B)	4.0	35 A - 5.1 R	1.0
(C)	6.0	35 A - 4.0 R	0.85
(D)	8.0	35 A - 3.4 R	0.74

(II) Decolorante: Arcilla Activada Oficial A.O.C.S. (1947-48)  
 Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.

Color inicial del aceite: sobre 50 R  
 Peso del aceite: 300 g.  
 Tiempo: 40 minutos.  
 Temperatura: 90° C. ( $\pm 1.5^\circ$  C.)

Resultados (Curva No. 13):

	concentración (%)	color residual (Lovibond)
(A)	2	100 A - 35.5 R
(B)	3	50 A - 15.0 R
(C)	4	35 A - 9.1 R
(D)	5	35 A - 7.5 R
(E)	6	35 A - 7.0 R

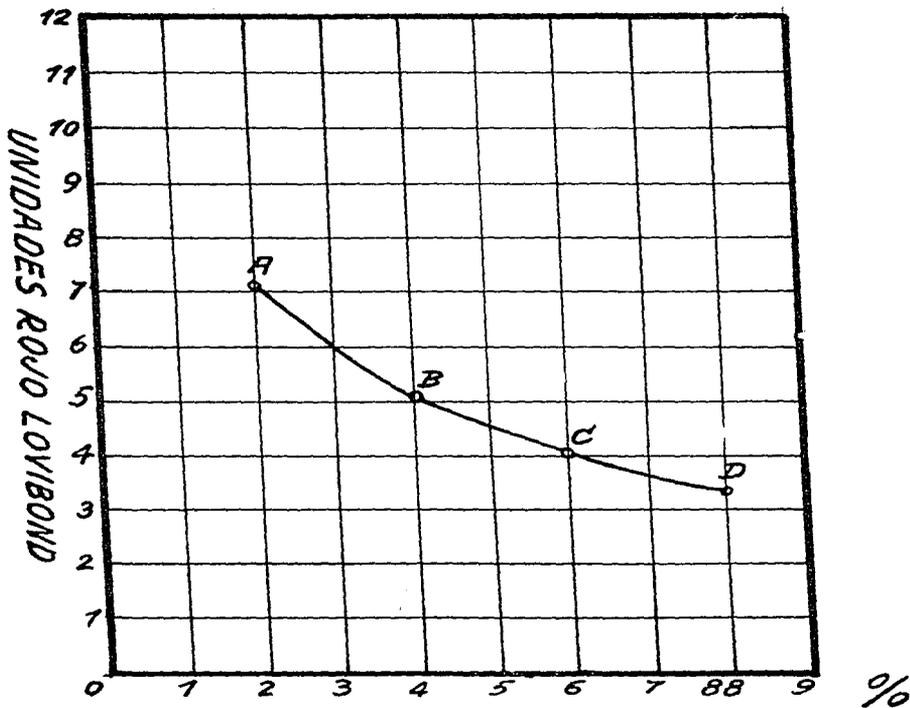
(III) Decolorante: Arcilla Activada Oficial A.O.C.S. (1947-48)  
 Aceite: Algodón de 1a. Refinado.

Peso del aceite: 300 g.  
 Tiempo: 10 minutos.  
 Temperatura: 90° C. ( $\pm 1.5^\circ$  C.)

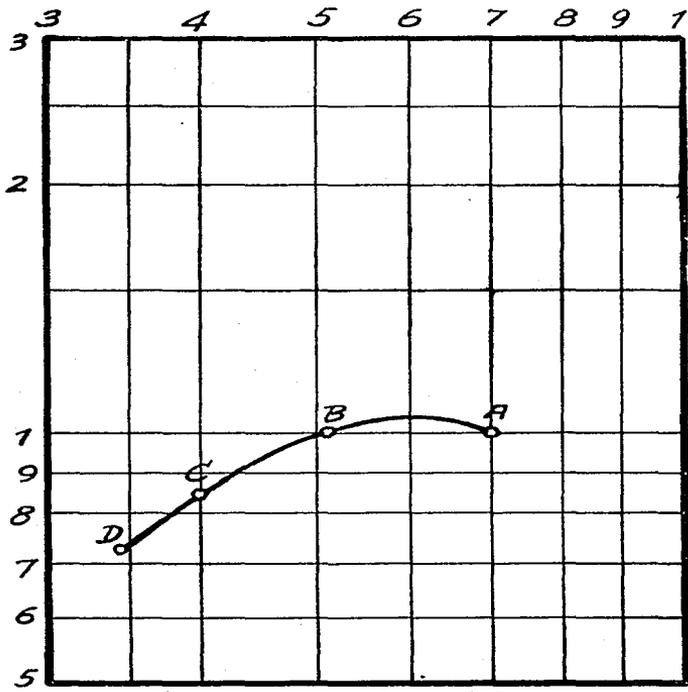
Resultados:

Empleando concentraciones bajas (Curvas Nos. 14 y 14 bis):  
 Color inicial del aceite: 50 A - 12.4 R

	concentración (%)	Color residual (Lovibond)	x/m (Freundlich)
(A)	0.5	50 A - 11.3 R	2.2
(B)	1.0	50 A - 10.3 R	2.1
(C)	1.5	50 A - 9.5 R	1.93
(D)	2.0	50 A - 9.3 R	1.55



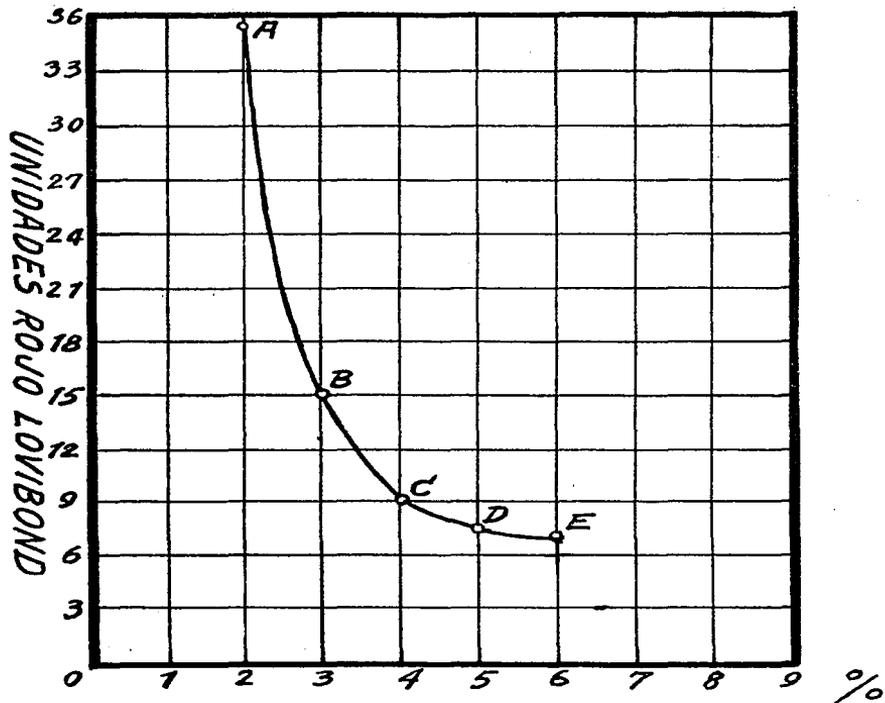
Curva No. 12  
 Acción de la Tierra de Fuller sobre el Aceite de Algodón de la.  
 Influencia de la Concentración.



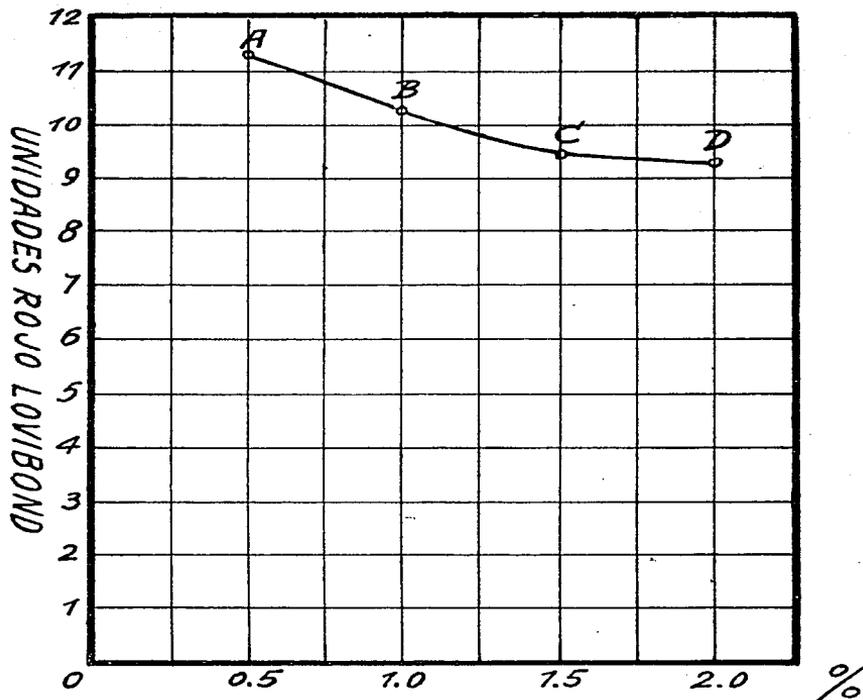
*Color eliminado por 1% de adsorbente  
(unidades Rojo Lovibond)*

**COLOR RESIDUAL  
(UNIDADES ROJO LOVIBOND)**

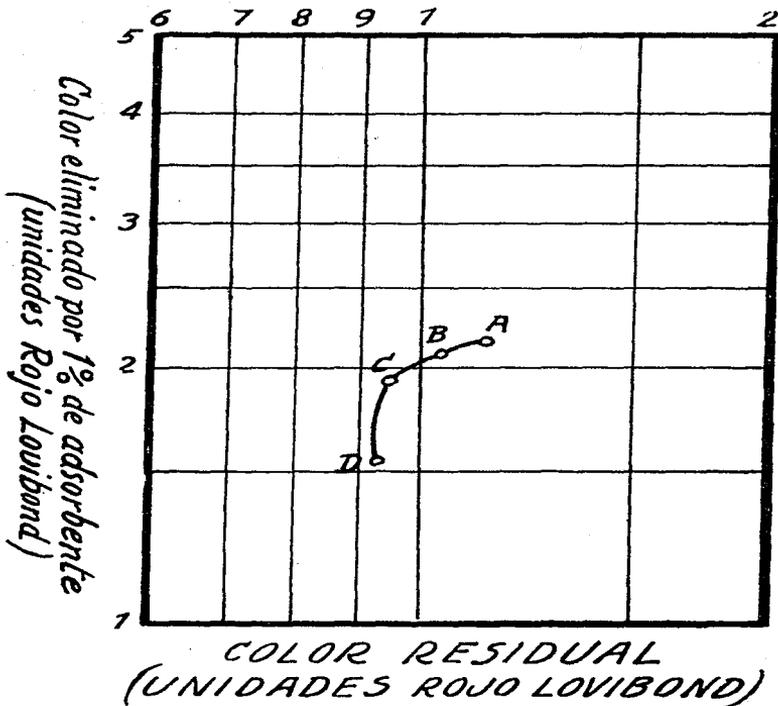
Curva No. 12 bis.  
Acción de la Tierra de Fuller sobre el Aceite de Algodón de 1a.  
Influencia de la Concentración.



Curva No. 13.  
 Acción de la Arcilla Activada sobre el Aceite de Ajonjolí de 2a.  
 Influencia de la Concentración.



Curva No. 14.  
Acción de la Arcilla Activada sobre el Aceite de Algodón de la.  
Influencia de la Concentración.



Curva No. 14 bis.  
 Acción de la Arcilla Activada sobre el Aceite de Algodón de 1a.  
 Influencia de la Concentración.

Empleando concentraciones altas (Curvas Nos 15 y 15 bis):  
Color inicial del aceite: 35 A - 8.6 R

	concentración (%)	Color residual (Lovibond)	x/m (Freundlich)
(A)	1	35 A - 4.7 R	3.9
(B)	2	35 A - 2.8 R	2.9
(C)	3	20 A - 2.3 R	2.1
(D)	4	20 A - 2.2 R	1.6

(IV) Decolorante: Carbón Activo "Nuchar GFO".  
Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.

Color inicial del aceite: sobre 50 R

Peso del aceite: 300 g.

Tiempo: 10 minutos.

Temperatura: 90° C. ( $\pm 1.5^\circ$  C.)

Resultados (Curva No. 16):

	concentración (%)	color residual (Lovibond)	
(A)	0.5	225 A - 7.5 R (aprox.)	
(B)	1.0	50 A - 4.8 R	
(C)	2.0	35 A - 4.0 R	
(D)	3.0	35 A - 3.4 R	
(E)	4.0	35 A - 3.1 R	

(V) Decolorante: Carbón Activo "Nuchar GFO".  
Aceite: Algodón de la. Refinado.

Peso del aceite: 300 g.

Tiempo: 10 minutos.

Temperatura: 90° C. ( $\pm 1.5^\circ$  C.)

Resultados:

Empleando concentraciones bajas (Curvas Nos. 17 y 17 bis):

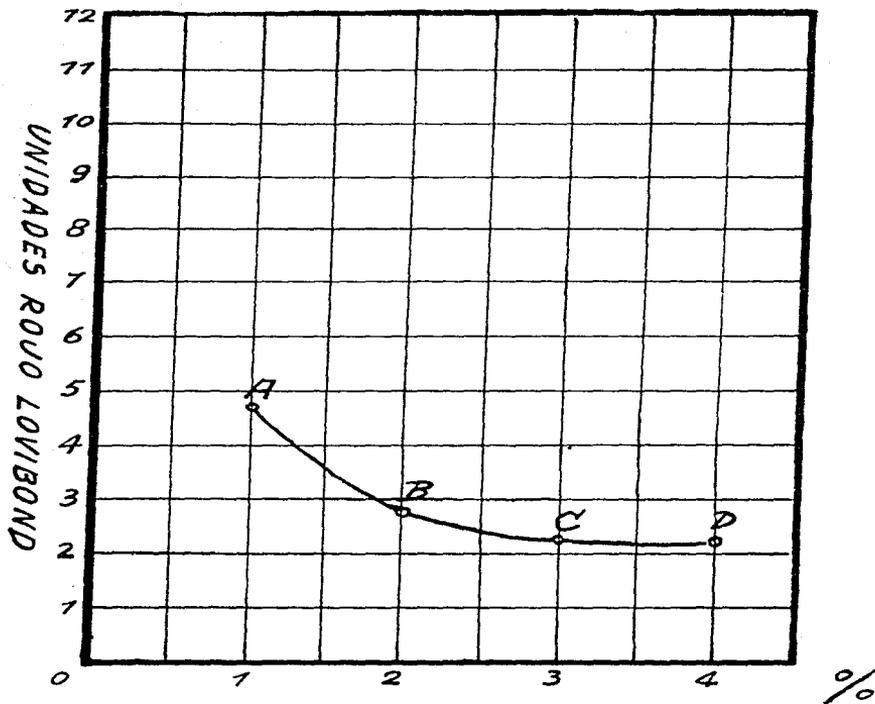
Color inicial del aceite: 50 A - 8.3 R

	concentración (%)	Color residual (Lovibond)	x/m (Freundlich)
(A)	0.25	50 A - 6.5 R	7.2
(B)	0.50	35 A - 5.9 R	4.8
(C)	0.75	35 A - 5.6 R	3.6
(D)	1.00	35 A - 5.4 R	2.9

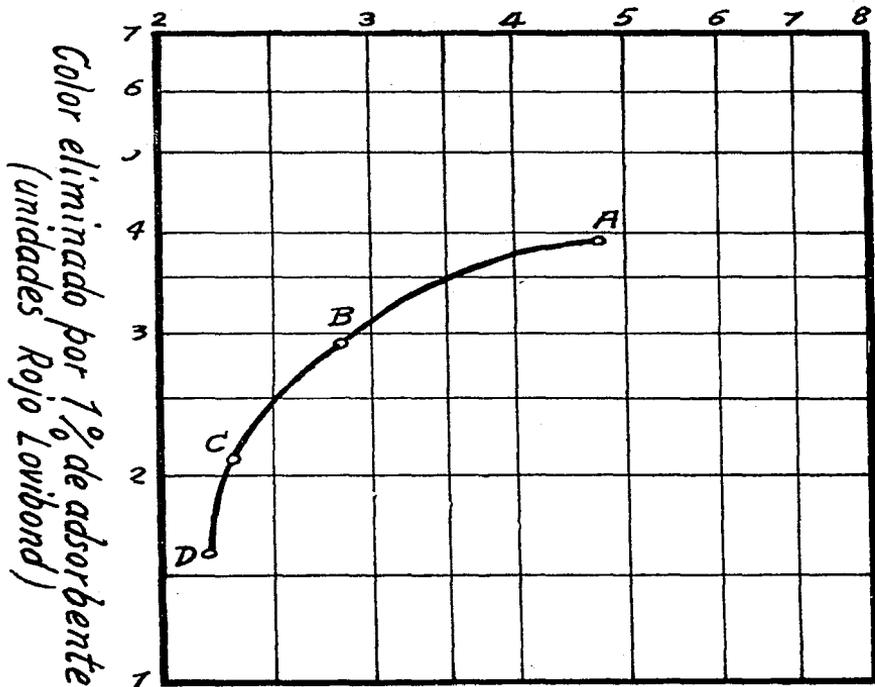
Empleando concentraciones altas (Curvas Nos. 18 y 18 bis):

Color inicial del aceite: 50 A - 9.1 R

	concentración (%)	Color residual (Lovibond)	x/m (Freundlich)
(A)	0.5	50 A - 7.2 R	4.0
(B)	1.0	35 A - 6.0 R	3.1
(C)	2.0	35 A - 5.4 R	1.85
(D)	3.0	35 A - 5.1 R	1.33

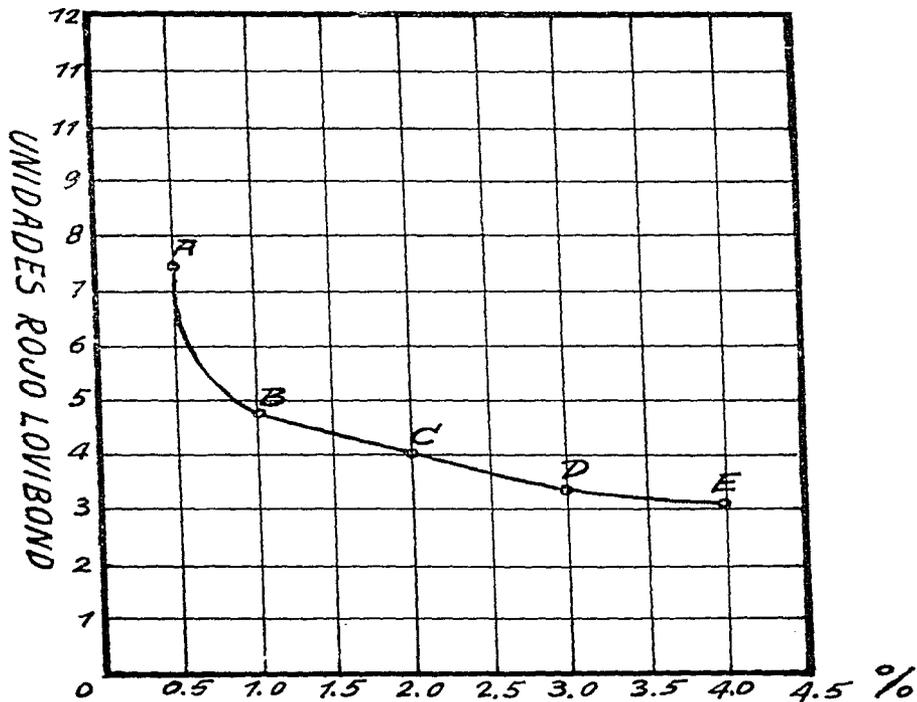


Curva No. 15.  
 Acción de la Arcilla Activada sobre el Aceite de Algodón de la.  
 Influencia de la Concentración.

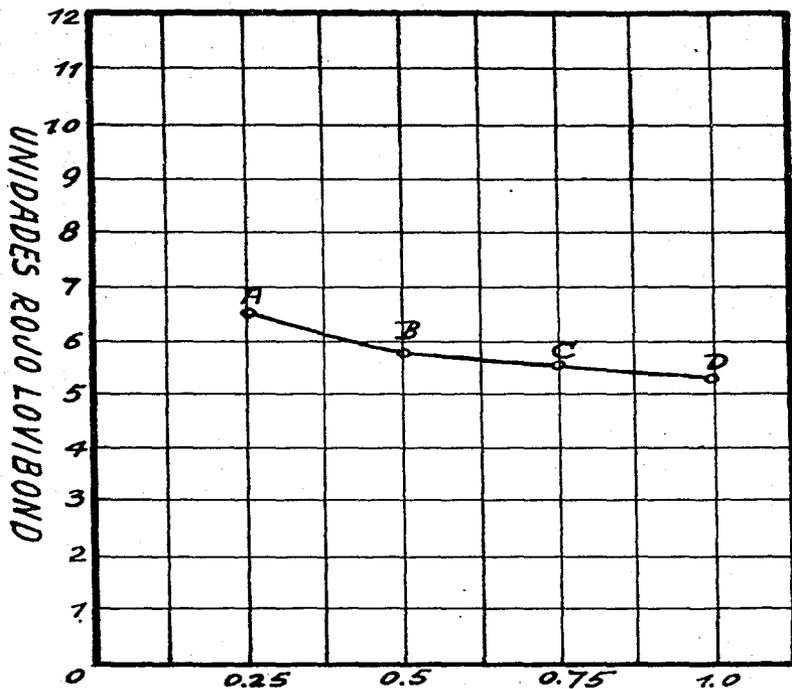


**COLOR RESIDUAL  
(UNIDADES ROJO LOVIBOND)**

Curva No. 15 bis.  
Acción de la Arcilla Activada sobre el Aceite de Algodón de 1a.  
Influencia de la Concentración.

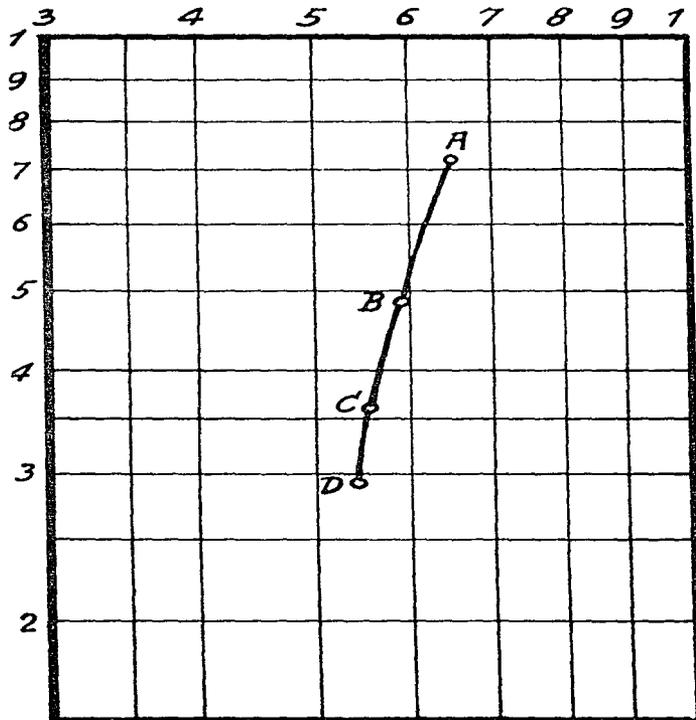


Curva No. 16.  
 Acción del Carbón Activo sobre el Aceite de Ajonjolí de 2a.  
 Influencia de la Concentración.



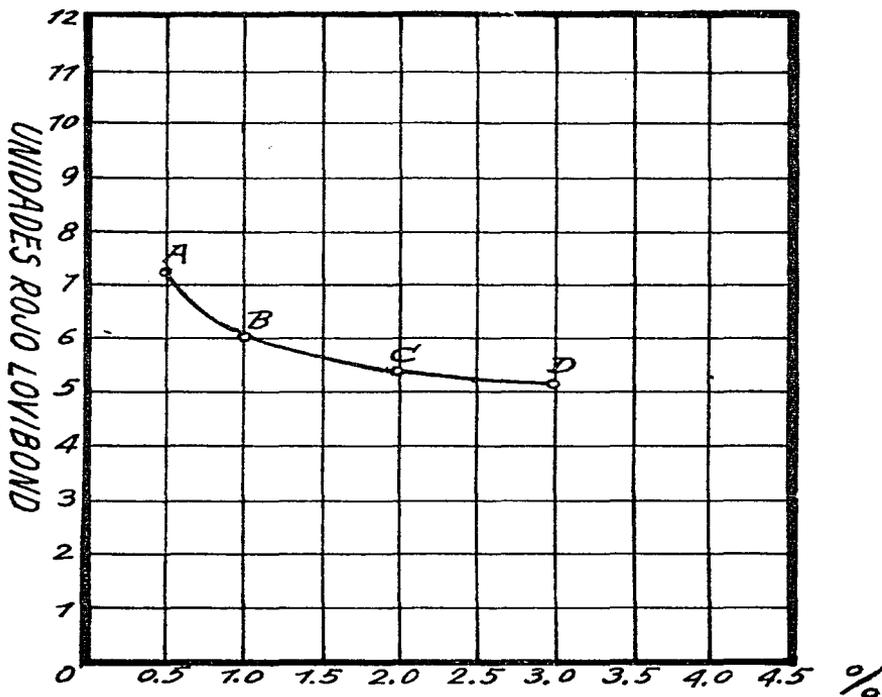
Curva No. 17  
Acción del Carbón Activo sobre el Aceite de Algodón de la  
Influencia de la Concentración.

*Color eliminado por 1% de adsorbente  
(unidades Rojo Lovibond)*

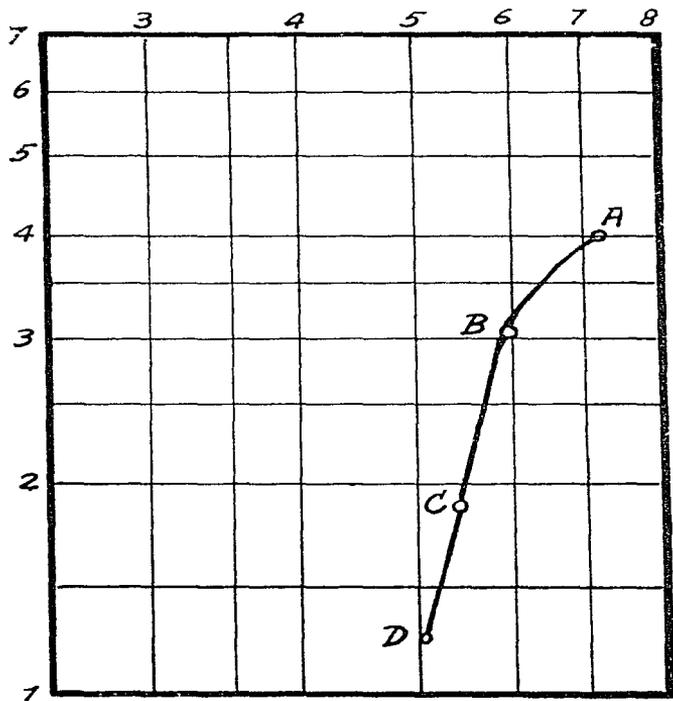


*COLOR RESIDUAL  
(UNIDADES ROJO LOVIBOND)*

Curva No. 17 bis.  
Acción del Carbón Activo sobre el Aceite de Algodón de la.  
Influencia de la Concentración.



Curva No. 18.  
Acción del Carbón Activo sobre el Aceite de Algodón de la.  
Influencia de la Concentración.



**COLOR RESIDUAL**  
**(UNIDADES ROJO LOVIBOND)**

*Color eliminado por 1% de adsorbente  
(unidades Rojo Lovibond)*

Curva No. 18 bis.  
Acción del Carbón Activo sobre el Aceite de Algodón de la.  
Influencia de la Concentración.

**CAPITULO VI**

---

**LA ELIMINACION DEL COLOR.—  
ESTUDIO DE LOS PROCESOS QUIMICOS.**

---

## α. CON OXIDANTES.

El blanqueo de aceites por oxidantes se puede dividir según el medio en que se efectúe; así, para cada uno de los cuatro oxidantes escogidos previamente (Cap. III), se tiene:

El Peróxido de Benzoilo puede hacerse actuar en seco o en medio alcalino; en el primero, la sola acción del calor lo descompone liberando oxígeno, y en medio alcalino, este cataliza la descomposición en el mismo sentido.

El Hipoclorito de Calcio se emplea casi exclusivamente en medio ácido, ya que esa es la manera como libera el cloro más fácilmente, y de preferencia se usa como ácido el clorhídrico, ya que así se libera el cloro de ambos.

El Dicromato solamente se puede usar en medio ácido, pues es la única manera como libera oxígeno apreciablemente; de los ácidos se emplean el clorhídrico y el sulfúrico, siendo preferible el primero por su mayor volatilidad y por ser sus sales más solubles, lo que hace más fácil la purificación posterior del aceite.

Finalmente, el Peróxido de Hidrógeno se puede emplear solo (en solución acuosa), pero su acción oxidante es muy lenta, por lo que se cataliza ya sea con un ácido o con un álcali.

Los métodos químicos en general, son muy difíciles de controlar (Exp. VIII).

Todos los oxidantes tienen una acción preferente sobre el color amarillo así como una tendencia a desarrollar una coloración roja.

### 1. EN SECO.

**Peróxido de Benzoilo.**—El Peróxido de Benzoilo y en general todos los oxidantes, son de empleo muy delicado y se deben usar siempre en concentraciones muy pequeñas, pues en caso contrario atacan también al aceite y al mismo tiempo desarrollan una coloración roja, como se observa en este caso, tanto al tratar el aceite de ajonjolí como el de algodón (Exp. I y II). La temperatura debe ser superior a 104,4° C. que es la correspondiente al punto de descomposición del Peróxido de Benzoilo, y el tiempo debe ser el suficiente para que se lleve a cabo esta descomposición, la cual es muy rápida, por lo que con 10 minutos es más que suficiente.

Que la coloración roja se incrementa, se comprueba tratando con Carbón Activo un aceite que ha sido sometido previamente a la acción del Peróxido de Benzoilo y uno que no lo ha sido, observándose que el color rojo residual del primero es mucho mayor que el del segundo (Exp. I).

## 2. EN MEDIO ACIDO.

**Dicromato de Potasio.**—Para el empleo del Dicromato de Potasio, es universalmente aceptado el método de Thomssen y Kemp como el más apropiado<sup>(2)</sup> <sup>(22)</sup> <sup>(21)</sup>, habiendo sido el método que se empleó en este trabajo. Consiste en lo siguiente:

El aceite ya refinado, se calienta a 45° C. y se le agrega sal común fina en un 1.8%; se añade la mitad del ácido que se ha de emplear (1.8% de HCl comercial de 20° Bé.) seguido por una solución preparada previamente disolviendo Dicromato de Potasio en proporción de 0.765% al peso del aceite, en tres veces su peso de HCl comercial; esta solución se debe añadir lentamente, empleándose tres horas en hacerlo, después de las cuales se continúa la agitación una hora más. Se dejan asentar una hora los licores crómicos, que deben ser de un color verde si se agregó suficiente ácido y se separan. El aceite se lava entonces con suficiente agua (16-20%) y se eleva la temperatura a 65°-70° C. y se deja reposar 24 horas.

Para aceites de baja calidad se emplea mayor concentración, y así en este caso se empleó el Dicromato en proporción de 1.5% del peso del aceite, para el de ajonjolí de 2a., sin que tuviera casi ninguna acción apreciable.

En el caso del aceite de algodón de 1a., se emplearon 2.295 g. de Dicromato para blanquear 300 g. de aceite, siendo también muy leve su acción decolorante.

**Hipoclorito de Calcio.**—Para aplicar el Hipoclorito de Calcio se siguieron también las indicaciones de C. R. Kemp<sup>(21)</sup>, según las cuales, el Hipoclorito, conteniendo 60-65% de cloro activo, debe mezclarse con el doble de su peso de agua fría y agregarle carbonato o bicarbonato de sodio, con lo que se libera ácido hipocloroso, el cual es más inestable y libera el cloro más fácilmente.

El blanqueo se conduce a 60°-70° C., pero no a más de 70° C. pues se incrementaría mucho la oxidación del aceite. La solución de Hipoclorito se agrega en proporción de 0.75% y se le añade un peso igual de ácido clorhídrico concentrado y se agita de media a una hora.

Al emplear este método en el tratamiento de aceite de ajonjolí de 2a. no se observó ningún cambio aparente en la coloración; en cambio, el color del aceite de algodón de 1a. demostró ser muy sensible a la acción del Hipoclorito, no teniendo mucha importancia en este caso un aumento de concentración si esta es ya mayor a 1% de Hipoclorito (conteniendo 37% de cloro activo).

Apparentemente este método no daña al aceite, pues siendo en este caso la acidez del aceite esin blanquear de 2.1% en ácido oleico, se redujo a 1.4% (Exp. VI).

**Peróxido de Hidrógeno.**—El blanqueo de aceites con Peróxido de Hidrógeno se efectúa comunmente en presencia de 1% de ácido sulfúrico (100) (20). La temperatura como en el caso del Hipoclorito y de todos los oxidantes no debe pasar de 70° C.

En el caso del aceite de ajonjolí de 2a., no se observa ningún efecto apreciable, al ser tratado con 0.5% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> durante 15 minutos a 65° C.

Tampoco es muy notable el cambio en la coloración del aceite de algodón de la. al ser tratado en idénticas condiciones.

### 3. EN MEDIO ALCALINO.

**Peróxido de Benzoilo.**—Este método, sugerido por Rutzler y colaboradores (100), emplea el hidróxido de calcio como agente de descomposición piroxigénica; en la práctica su acción durante 30 minutos a 70°-80° C. sobre el aceite de ajonjolí de 2a., es poco apreciable ya que solamente se observa un incremento en el color rojo, pero si se deja reposar el aceite 48 horas sin separar los reactivos, adquiere un color rojo intenso (Exp. IX). Si a este aceite se le controla la acidez se nota que aumenta con el tratamiento.

Sobre el aceite de algodón de la., también se observa el incremento inicial del rojo, el cual disminuye otra vez hasta alcanzar el color primitivo tras de 36 horas de reposo (Exp. X).

**Peróxido de Hidrógeno.**—La acción del Peróxido de Hidrógeno en medio alcalino (Hidróxido de Calcio), sobre la coloración del aceite de algodón de la., es relativamente efectiva, pues solo elimina las primeras porciones del color (Exp. XII); no siendo perceptible su acción sobre el aceite de ajonjolí de 2a.

### Parte Experimental.

(I) Decolorante: Peróxido de Benzoilo "Eastman".

Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.

Medio: Seco.

Tiempo: 10 minutos.

Temperatura: 105°-110° C.

Concentración del Peróxido de Benzoilo: 0.20%.

Color inicial del aceite: sobre 50 R

Peso del aceite: 300 g.

#### Resultados:

Color residual: sobre 50 R. Se observa un incremento apreciable en el rojo.

Blanqueo posterior con 1% de Carbón Activo:  
Aceite solamente refinado: 35 A - 4.4 R  
Aceite tratado además previamente con Peróxido de Benzoilo:  
35 A - 10.5 R.

(II) Decolorante: Peróxido de Benzoilo "Eastman".  
Aceite: Algodón de la. Refinado.  
Medio: Seco.

Tiempo: 10 minutos.  
Temperatura: 105°-110° C.  
Color inicial del aceite: 50 A - 14.5 R  
Peso del aceite: 300 g.

Resultados:

	concentración (%)	color residual (Lovibond)
(A)	0.15	20 A - 14.0 R
(B)	0.25	20 A - 12.7 R
(C)	0.35	20 A - 13.6 R

(III) Decolorante: Dicromato de Potasio Q. P. "Baker's".  
Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.  
Medio: Acido.

Tiempo: 4 horas.  
Temperatura: 45° C. ( $\pm 2^\circ$  C.)  
Concentración del Dicromato de Potasio: 1.5%.  
Concentración del Acido Clorhídrico: 7% de HCl 20° Bé.  
Color inicial del aceite: sobre 50 R  
Peso del aceite: 300 g.

Resultados:

Color residual: sobre 50 R  
Se observa ligero incremento en el rojo.

(IV) Decolorante: Dicromato de Potasio Q. P. "Baker's".  
Aceite: Algodón de la. Refinado.  
Medio: Acido.

Tiempo: 4 horas.  
Temperatura: 45° C. ( $\pm 2^\circ$  C.)  
Concentración del Dicromato de Potasio: 0.765%.  
Concentración del Acido Clorhídrico: 3.6% de HCl 20° Bé.

Color inicial del aceite: 50 A - 14.5 R.  
Peso del aceite: 300 g.

Resultados:

Color residual: 35 A - 13.0 R

(V) Decolorante: Hipoclorito de Calcio U. S. P. "Baker's".  
Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.  
Medio: Acido.

Tiempo: 30 minutos.  
Temperatura: 65°-70° C.  
Concentración del Hipoclorito de Calcio: 1%.  
Cantidad de Cloro activo en el Hipoclorito: 37% (titulación con tiosulfato de sodio).  
Peso del aceite: 300 g.  
Color inicial del aceite: sobre 50 R

Resultados:

No se observa ningún cambio aparente.

(VI) Decolorante: Hipoclorito de Calcio U. S. P. "Baker's".  
Aceite: Algodón de la. Refinado.  
Medio: Acido.

Tiempo: 30 minutos.  
Temperatura: 65°-70° C.  
Cantidad de Cloro activo en el Hipoclorito: 37% (titulación con tiosulfato de sodio).  
Color inicial del aceite: 50 A - 14.5 R  
Acidul inicial del aceite: 2.1% en ácido oleico.  
Peso del aceite: 300 g.

Resultados:

	concentración (%)	color residual (Lovibond)	acidez resultante (% oleico)
(A)	1.0	20 A - 4.7 R	1.4
(B)	1.5	20 A - 4.6 R	1.4
(C)	2.0	20 A - 4.4 R	1.4

(VII) Decolorante: Peróxido de Hidrógeno 30% "Merck".  
Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.

Medio: Acido.

Tiempo: 15 minutos.

Temperatura: 65°-70° C.

Concentración de Peróxido de Hidrógeno: 0.5 % en peso de  $H_2O_2$ .

Concentración de ácido sulfúrico: 1 % de  $H_2SO_4$  concentrado.

Color inicial del aceite: sobre 50 R

Peso del aceite: 300 g.

Resultados:

No se observa ningún cambio apreciable.

(VIII) Decolorante: Peróxido de Hidrógeno 30% "Merck".

Aceite: Algodón de la. Refinado.

Medio: Acido.

Temperatura: 65°-70°C.

Concentración del ácido sulfúrico: 1 % de  $H_2SO_4$  concentrado.

Color inicial del aceite: 50 A - 14.5 R

Peso del aceite: 300 g.

Resultados:

	tiempo (mín.)	concentración (% en peso de $H_2O_2$ )	color residual (Lovibond)
(A)	15	0.25	35 A - 12.5 R
(B)	30	0.25	35 A - 12.0 R
(C)	45	0.25	35 A - 13.5 R
(D)	15	0.50	35 A - 13.0 R
(E)	30	0.50	35 A - 14.0 R
(F)	45	0.50	35 A - 13.5 R
(G)	15	0.75	35 A - 18.0 R
(H)	30	0.75	35 A - 19.0 R
(I)	45	0.75	35 A - 15.0 R

(IX) Decolorante: Peróxido de Benzoilo "Eastman".

Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.

Medio: Alcalino.

Tiempo: 30 minutos.

Temperatura: 75°-80° C.

Concentración del Peróxido de Benzoilo: 0.25 %.

Concentración del hidróxido de calcio: 0.5 %.

Color inicial del aceite: sobre 50 R  
Acidez inicial del aceite: 2.6% en ácido oleico.  
Peso del aceite: 300 g.

Resultados:

Color residual: sobre 50 R; acción poco apreciable.  
Color residual después de 48 horas de contacto a la temperatura ambiente: aprox. 35 A - 60 R.  
Acidez resultante (después de 48 horas): 3.4% en ácido oleico.

**(X)** Decolorante: Peróxido de Benzoilo "Eastman".  
Aceite: Algodón de 1a. Refinado.  
Medio: Alcalino.

Tiempo: 30 minutos.  
Temperatura: 75°-80° C.  
Concentración del Peróxido de Benzoilo: 0.25%.  
Concentración del hidróxido de calcio: 0.5%.  
Color inicial del aceite: 50 A - 14.5 R  
Peso del aceite: 300 g.

Resultados:

Color residual: 50 A - 22 R  
Color residual después de 36 horas de contacto a la temperatura ambiente: 35 A - 14 R

**(XI)** Decolorante: Peróxido de Hidrógeno 30% "Merck".  
Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.  
Medio: Alcalino.

Tiempo: 15 minutos.  
Temperatura: 65°-70° C.  
Concentración del Peróxido de Hidrógeno: 0.25%.  
Concentración del hidróxido de calcio: 0.5%.  
Color inicial del aceite: sobre 50 R  
Peso del aceite: 300 g.

Resultados:

No se observa ningún cambio aparente.

**(XII)** Decolorante: Peróxido de Hidrógeno 30% "Merck".  
Aceite: Algodón de 1a. Refinado.  
Medio: Alcalino.

Tiempo: 15 minutos.  
Temperatura: 65°-70° C.  
Concentración del Peróxido de Hidrógeno: 0.25%.  
Concentración del hidróxido de calcio: 0.5%.  
Color inicial del aceite: 50 A - 14.5 R  
Acidez inicial del aceite: 2.1% en ácido oleico.  
Peso del aceite: 300 g.

Resultados:

Color residual: 35 A - 8.8 R  
Acidez resultante: 1.2% en ácido oleico.

## b. CON REDUCTORES.

El blanqueo de los aceites con reductores se llevó a cabo únicamente con la sal sódica del Sulfoxilato Formaldehído, la cual, según la mayoría de los autores, es la única que podría ser empleada industrialmente para este objeto.

El método seguido fué el recomendado por Hilditch (<sup>20</sup>), que prescribe el uso de la sal en seco, a una concentración de 1%. El resultado es análogo al que se obtiene al emplear Peróxido de Hidrógeno en medio alcalino, es decir, su acción no es perceptible en el caso del aceite de ajonjolí de 2a., mientras que solo blanquea medianamente al aceite de algodón de la.

Se observa además, que no posee ninguna actividad aparente sobre la porción amarilla del color, y que al aumentar la concentración aumenta el color residual, sin que aumente la acidez resultante; el tiempo de contacto y la temperatura parecen no tener influencia considerable.

### Parte Experimental.

(I) Decolorante: Sal Sódica del Sulfoxilato Formaldehído

Aceite: Ajonjolí de 2a. Refinado.

Tiempo: 15 minutos:

Temperatura: 65°-70° C.

Concentración del Sulfoxilato Formaldehído: 1%.

Color inicial del aceite: sobre 50 R

Peso del aceite: 300 g.

#### Resultados:

No se observa ningún cambio aparente.

(II) Decolorante: Sal Sódica del Sulfoxilato Formaldehído.

Aceite: Algodón de la. Refinado.

Color inicial del aceite: 50 A - 14.5 R

Acidez inicial del aceite: 2.1% en ácido oleico.

Peso del aceite: 300 g.

	tiempo (min.)	tempe- ratura (° C.)	Resultados: concen- tración (%)	color residual (Lovibond)	acidez final (% oleico)
(A)	15	65 - 70	1	50 A - 9.5 R	1.8
(B)	30	65 - 70	1	50 A - 9.7 R	---
(C)	45	65 - 70	1	50 A - 9.5 R	---
(D)	15	90 - 95	1	50 A - 9.5 R	---
(E)	15	115 - 120	1	50 A - 9.8 R	---
(F)	15	65 - 70	2	50 A - 10.2 R	1.4

## CONCLUSIONES

La diferencia básica entre la acción de los agentes Físico-Químicos y Químicos consiste en que los primeros actúan eliminando los pigmentos del aceite por un mecanismo no bien determinado y en el que parece tener papel preponderante la adsorción, mientras que bajo la acción de los segundos, las sustancias coloridas permanecen en el aceite, solo que transformadas en una forma incolora.

De ambas clases de agentes, los **Físico-Químicos** parecen ser los más efectivos en el blanqueo de aceites. De entre ellos, las Arcillas Naturales no tienen ninguna acción estimable sobre los aceites de baja calidad; en la acción que sobre éstos tienen las Arcillas Activadas, deben ser cuidadosamente controlados el tiempo y la temperatura, mientras que si el agente blanqueante es Carbón Activo, una vez pasado cierto mínimo, ambos agentes no tienen casi ninguna influencia. En el caso de los aceites de buena calidad y para todos los agentes, el control tanto de la temperatura como del tiempo no tiene casi importancia una vez pasado cierto límite. De entre todos los adsorbentes y para toda clase de aceites, el más efectivo es el Carbón Activo, el cual parece tener una acción preferente sobre la coloración roja de los aceites.

En lo que respecta a los agentes **Químicos**, su acción es muy difícil de controlar y deben ser usados siempre a concentraciones muy bajas y a temperaturas también relativamente bajas; en algunos de ellos, el tiempo de contacto debe ser corto, ya que actúan en condiciones que pueden dañar la estructura del aceite, mientras que para otros, como es el caso del Peróxido de Benzoilo en medio alcalino, la reacción es muy lenta y puede prolongarse varios días. De entre todos los agentes, solo el antes dicho Peróxido de Benzoilo actuando en medio alcalino, es efectivo en la eliminación de la coloración "negra" característica de los aceites de baja calidad, pero en cambio desarrolla un color rojo. En lo que respecta a los aceites de buena calidad, el Hipoclorito de Calcio demostró ser un decolorante efectivo al actuar sobre ellos, sin que aparentemente dañe el aceite; de los demás agentes Químicos, solo el Peróxido de Hidrógeno en medio alcalino posee una acción medianamente blanqueante sobre los aceites de buena calidad. Los reductores carecen casi de aplicación, pues la disminución del color que llevan a cabo es pequeña, siendo además reversible.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) Andrés, L. E., "Vegetable Fats and Oils", p. 292-295, Scott Greenwood and Son, Londres (1917).
- (2) A.O.C.S., "Official and Tentative Methods", (1946).
- (3) Bailey, A. E., "Industrial Oil and Fat Products", p. 28-29 y 521-533, Interscience Publishers, Inc., New York (1945).
- (4) Benedict, C. W., "Is the Bleaching Action of Fuller's Earth Due to Oxidation?" **Oil and Fat Ind.**, II, p. 62-64 (1925).
- (5) Boatner, C. H., Hall, C. M., O'Connor, R. T., Castillon L. E. and Curet, M. C., "Processing of Cottonseed. I. Pigment Distribution in Oils and Meals Produced by Hydraulic and Screw Press Methods", **J. Am. Oil Chem. Soc.**, XXIV, No. 4, p. 97-106 (1947).
- (6) Boatner, C. H., Hall, C. M., O'Connor, R. T., Castillon L. E. and Curet, M. C., "Processing of Cottonseed. II. Factors Determining the Distribution and Properties of Pigments in Products Prepared by Solvent Extraction", **J. Am. Oil Chem. Soc.**, XXIV, No. 8 p. 276-283 (1947).
- (7) Bolis, A., "Bleaching Oils and Fats with Benzoyl Peroxide", **Chem. Absts.**, XVII, No. 18, p. 3105 (1923).
- (8) Burghardt, O., "Activated Bleaching Clays", **Ind. Eng. Chem.**, XXIII, No. 7, p. 800-801 (1931).
- (9) Cohen, A. E., "Bleaching of Oils and Fats", **Chem. Absts.**, XVI, No. 15, p. 2612 (1922).
- (10) Dean, H. K., "Utilization of Fats", p. 165-168, Chemical Publishing Co. of N. Y., Inc., New York (1938).
- (11) Ellis, C., "Hydrogenation of Organic Substances", p. 206, 309, 331-332, D. Van Nostrand Co. Inc., New York (1930).
- (12) Evans, H. M., Emerson, O. H. and Emerson, C. H., "The Isolation from Wheat Germ Oil of an Alcohol,  $\alpha$ -Tocopherol, having the Properties of Vitamin E", **J. Biol. Chem.**, CXIII, No. 1, p. 319-332 (1936).
- (13) Fryer, F. J. and Weston, F. E. "Technical Handbook of Oils, Fats and Waxes", Vol. I, p. 220-224, Cambridge University Press, Londres (1920).
- (14) Glick, B. N., "Vegetable Carbons in the Oil-refining Industry", **Cotton Oil Press**, IV, No. 10, p. 41-43 (1921).
- (15) Golumbic, C., "Antioxidants and Autoxidation of Fats. XIV. The Isolation of New Antioxidants from Vegetable Oils", **J. Am. Chem. Soc.**, LXIV, No. 10, p. 2337-2340 (1942).
- (16) Gregory, T. C., "The Condensed Chemical Dictionary", p. 49-50, 114, 310, Reinhold Publishing Corporation, New York (1942).
- (17) Hampel, C. A., "Method of Bleaching", Pat. U. S. 2,433,661 (1947).
- (18) Hampel, C. A., "Chlorite Bleaching of Fatty Acid Compounds" Pat. U. S. 2,433,662 (1947).
- (19) Harris, J. P., "The Advantages of Purely Adsorptive Carbon in Decolorizing", **Oil and Fat Ind.**, IV, p. 273-274 (1927).

(20) Harris, J. P., y Glick, B. N., "Purification and Deodorization by Absorptive Carbons", **Oil and Fat Ind.**, V, No. 2, p. 46-47 (1928).

(21) Haseman, J. D., y Wallace, R. C. "Explanation of how Fuller's Earth Bleaches Oils", **Cotton Oil Press**, VII, No. 11, p. 37-38 (1924).

(22) Hassler, J. W., "Active Carbon, the Mother Purifier", p. 1-8, 18-22, 58-93, 145-151, Industrial Chemical Sales Division, West Virginia Pulp and Paper Company, New York (1941).

(23) Hassler, J. W., "Influence of the pH of the Adsorbent on the properties of Edible Oils and Fats", **Oil and Soap**, XXII, No. 3, p. 60-62 (1945).

(24) Hassler, J. W., y Hagberg, R. A., "Contact Counter Current Bleaching of Vegetable Oils", XVI, No. 9, p. 188-191 (1939).

(25) Hilditch, T. P., "The Industrial Chemistry of Fats and Waxes", p. 220-229, D. Van Nostrand Co. Inc., New York (1941).

(26) Humiers, H. F., Mc. Carthy, J. J. y Bass, R. E., "The Evaluation of Bleaching Earths", **Oil and Soap**, XXIII, No. 1, p. 22-25 (1946).

(27) Hormats, S., "German Process for Manufacturing Activated Charcoal", **Chem. Met. Eng.**, Lill, No. 6, p. 112-114 (1946).

(28) Kalichevsky, V. A., y Stagner, B. A., "Chemical Refining of Petroleum", p. 168-174, Chemical Catalog Co., New York (1933).

(29) Kauffmann, H. J., "Refining of Oils, Fats and Waxes", Pat. U. S. 2,269,667 (1942).

(30) Kaulsky, L., "Bleaching Earths", **Chem. Absts.**, XXIII, No. 12, p. 3054-3055 (1929).

(31) Kemp, C. R., "Bleaching in the Soap Plant", **Soap**, XIV, No. 6, p. 24-26, 75, 77-78 (1938).

(32) King, R. R., "A. O. C. S. Official Bleaching Earths", **J. Am. Oil Chem. Soc.**, XXV, No. 1, p. 12-13 (1948).

(33) Kulkarni, B. S. y Jaktar, S. K. K., "Activation and Clarifying Properties of Fuller's Earth. VI. Adsorption of Coloring Matter by Fuller's Earth in Decolorizing Oils", **Chem. Absts.**, XXXIV, p. 3029 (1940).

(34) Lewkowitsch, J., "Chemical Technology and Analysis of Oils, Fats and Waxes", II, p. 35-36, MacMillan and Co., Limited, Londres (1922).

(35) Lloyd, K., y Keil, H. L., "Refining Fatty Oils", Pat. U. S. 2,397,874 (1946).

(36) Margaráné, D., "Progresos en la Química de los Aceites, Grasas y Derivados Industriales", p. 608-617, Espasa-Calpe, S. A., Madrid (1944).

(37) Mantell, C. L., "Activated Carbon: A Modern Purifying Agent", **Food Ind.**, II, No. 6, p. 264-267 (1930).

(<sup>38</sup>) Mantell, C. L., "Adsorption", p. 1-72, 107-142, McGraw-Hill Book Co., Inc., Nueva York y Londres (1945); también en J. H. Perry "Chemical Engineers' Handbook", p. 1270-1291, 1298-1309, McGraw-Hill Book Co., Inc., Nueva York y Londres (1941).

(<sup>39</sup>) Markley, K. S., "Fatty Acids, Their Chemistry and Technology", p. 359-386, Interscience Publishers, Inc., New York (1947).

(<sup>40</sup>) Mayer, F., "The Chemistry of Natural Coloring Matters", p. 11-92, Reinhold Publishing Corporation, New York (1943).

(<sup>41</sup>) Maynard, T. P., y Mallory, L. E., "Commercial Preparation and Use of Fuller's Earth", **Chem. Met. Eng.**, XXVI, No. 23, p. 1074-1076 (1922).

(<sup>42</sup>) Nutting, P. G., "The Bleaching Clays", **U. S. Geol. Survey Circular** 3, p. 11, 17, 20 (1933).

(<sup>43</sup>) Odeen, H. y Slosson, H. D., "Some Notes on the Theory and Practice of Bleaching Fatty Oils", **Oil and Soap**, XII, No. 9, p. 211-215 (1935).

(<sup>44</sup>) Palmer, L. S., "Carotinoids and Related Pigments", p. 1-91, 218-240, The Chemical Catalog Co., Inc., New York (1922).

(<sup>45</sup>) Phalen, W. C., "Preparation of Fuller's Earth", **Chem. Met. Eng.**, XXI, No. 8, p. 469 (1919).

(<sup>46</sup>) Putland, A. W., "Influence of Physical Characteristics of Fuller's Earth on Its Bleaching Power", **Cotton Oil Press**, VI, No. 7, p. 34-35 (1922).

(<sup>47</sup>) Rideal, E. K., y Thomas, W., "Adsorption and Catalysis in Fuller's Earth", **J. Chem. Soc.**, CXXI, p. 2119-2123 (1922).

(<sup>48</sup>) Rosenberg, H. R., "Chemistry and Physiology of the Vitamins", p. 38-53, 435-445, Interscience Publishers, Inc., New York (1942).

(<sup>49</sup>) Rutzler, J. E., Kokatnur, V. R. y Rollhans, P. E., "Bleaching Oils, Fats and Waxes", **Chem. Absts.**, XXVI, p. 1466 (1932).

(<sup>50</sup>) Schaefer, W., "Bleach-refining Fatty Oils", **Chem. Absts.**, XXVII, No. 16, p. 4112 (1933).

(<sup>51</sup>) Schille, J. L., y Alexander, K. L., "The Determination of Small Amounts of Free Sulphur in Bleaching Earth", **Oil and Soap**, XIX, No. 5, p. 87-89 (1942).

(<sup>52</sup>) Siaworth, E. A., "Activated Carbon in Oil and Fat Purification", **Soap**, XIII, No. 8, p. 24-27 (1937).

(<sup>53</sup>) Smith, L. I., Irwin, W. B., y Ungande, H. E., "The Chemistry of Vitamin E, XVII. The Oxidation Products of  $\alpha$ -Tocopherol and of Related 6-Hydroxychromans", **J. Am. Chem. Soc.**, LXI, No. 9, p. 2424-2429 (1939).

(<sup>54</sup>) Sorgato, I., "Adsorption Isotherms in Studies of Technical Decoloration. Preliminary Report", **Chem. Absts.**, XXXI, p. 6831 (1937).

(<sup>55</sup>) Stern, M. H., Robeson, C. D., Weisler L. y Baxter, J. G., "8-Tocopherol. I. Isolation from Soybean Oil and Properties", **J. Am. Chem. Soc.**, LXIX, No. 4, p. 869-874 (1947).

(<sup>50</sup>) Stossel, E. y Zerner, E., "Chlorite Bleaching of Wax and Oil Esters", Pat. U. S. 2,431,842 (1947).

(<sup>51</sup>) Swilti, C. E., Mann, G. E. y Fisher, G. S., "Gamma-Tocopherol as a Precursor of a Red Quinoid Substance Developed in Cottonseed Oil During Oxidation", **Oil and Soap**, XXI, No. 11, p. 317-320 (1944).

(<sup>52</sup>) Thurman, B. H., "Characteristics of Colors in Vegetable Oils and Methods of Removal", **Ind. Eng. Chem.**, XXIV, No. 10, p. 1187-1190 (1932).

(<sup>53</sup>) Tuttle, J. B., y Woodward, E. R., "Sodium Chlorite Is Successfully Used for Bleaching Tallow", **Chem. Met. Eng.**, LIII, No. 5, p. 114-115 (1946).

(<sup>54</sup>) Twisselmann, H. T., "Bleaching of Oils and Fats, a Colloid Chemical Problem", **Chem. Absts.**, XIX, No. 6, p. 1061 (1925).

(<sup>55</sup>) Ullmann, F., "Enciclopedia de Química Industrial", II, p. 599 (1931).

(<sup>56</sup>) Vilbrandt, F. C., y Bankston, H. J., "Bleaching Studies on Cottonseed Oil", **J. Oil and Fat Ind.**, I, p. 71-75 (1924).

(<sup>57</sup>) Wesson, D., "The Bleaching of Oils with Fuller's Earth" **Mining and Eng. World**, XXXVII, No. 15, p. 667-668 (1912).

(<sup>58</sup>) Wesson, D., "Some Notes on the Action of Fuller's Earth on Vegetable Oils", **Cotton Oil Press**, VII, No. 6, p. 28-30 (1923).

(<sup>59</sup>) Whyte, L. K., "The Photometric Determination of the Color of Certain Glycerid Oils", **J. Am. Chem. Soc.**, XXIV, No. 5, p. 137-139 (1947).

(<sup>60</sup>) Williams, P. A., Boatner, C. H., Hall, C. M., O'Connor, R. T., y Castillon, L. P., "Processing of Cottonseed. III. Color Development in Cottonseed Oil During Storage of the Seed and Crude Oil", **J. Am. Oil Chem. Soc.**, XXIV, No. 11, p. 362-369 (1947).

(<sup>61</sup>) Woodward, E. R., y Vincent, G. P., "Chlorine Dioxide for Fat Bleaching", **Soap and Sanit. Chem.**, XXII, No. 9, p. 40-43, 137-141 (1946).

(<sup>62</sup>) (Sin autor) "Bleaching of Oils and Fats", **Chem. Trade J.**, LXVIII, No. 1778, p. 767 (1921).

(<sup>63</sup>) (Sin autor) "The Bleaching of Oils in Soap Making", **Chem. Absts.**, XVI, No. 15, p. 2614 (1922).