

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS**

---

---

**Explotación**  
**Industrial de**  
**la Candelilla**

**TESIS**

**QUE PRESENTA EL ALUMNO RAFAEL  
RODRIGUEZ LEAL PARA EL EXAMEN  
FINAL DE LA CARRERA DE  
QUIMICO TECNICO**



**MEXICO**  
**CIA. IMPRESORA DE MEXICO, S. A.**  
**1924**

**1265**



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**



## PROLOGO

---

Creo casi indispensable dar una sucinta explicación de la forma en que he logrado hacer mis experiencias de laboratorio y en general, de la forma en que he podido trabajar el tema que me ocupa.

Careciendo de muchos elementos a la par que de la práctica suficiente en la extracción de la Cera de Candelilla, mis trabajos han tendido solamente a la búsqueda de procedimientos económicos y accesibles al terreno en que se trabaja.

Contratado por el señor W. Richardson, para hacerme cargo de esta clase de trabajos en la región de Parras, Coah. he venido a montar un pequeño laboratorio donde, si es verdad que no se carece de los elementos indispensables para nuestros ensayos, tampoco puede afirmarse que los tenemos en abundancia y que frecuentemente se necesita improvisar aparatos y valerse de más o menos ingenio para proveerse de una u otra cosa urgente. Así he venido probando poco a poco, procedimientos encaminados a la extracción antes citada y que describiré en el texto de este trabajo

La literatura sobre cera de candelilla es tan escasa que causa verdadera desesperación no encontrar ninguna guía sobre el particular.

Los libros de ediciones francesas y americanas hablan de la cera de Carnauba, de la de Abejas, de la del Japón, etc., pero nunca mencionan siquiera la candelilla.

No he logrado tampoco visitar una sola fábrica donde se trabaje este producto y esto viene a aumentar mis dificultades y el esfuerzo que voy a desarrollar al tratar la extracción de esa cera.

Los sistemas aconsejados por los Laboratorios Experimentales de la Secretaría de Industria y Comercio, presen-

tan la enorme dificultad del aparato extractor que no se encuentra en México. Además, la cera obtenida por medio de los disolventes orgánicos, gasolina, benzol, etc., presenta una alta pigmentación verdosa y el problema estriba entonces en la decoloración consiguiente, asunto que apenas parece empieza a resolverse.

La solución de estos puntos he tratado de buscarlo solamente en el laboratorio, por no disponer en el momento de la oportunidad de trabajar en otra parte, sin dejar por esto de darme cuenta de que al pasar a una industria mejor montada, cambiarán necesariamente gran número de detalles.

Hago presente mi más sincero agradecimiento a mi distinguido maestro el señor Profesor don Juan Manuel Noriega, por la bondad con que siempre me ha recibido y por los valiosos consejos que me ha prestado.

La exposición del tema que me ocupa, lo divido para su exposición en los siguientes capítulos:

I.—Ceras Vegetales Sólidas.

II.—Extracción.

III.—Instalaciones.

IV.—Datos Químicos y Físicos Acerca de las Ceras.

V.—Resinas.

VI.—Taninos.

VII.—Presupuestos.

---

## BIBLIOGRAFIA

Thorpe.—Diccionario.

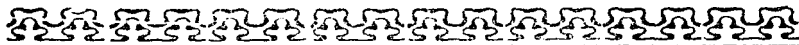
Molinari.—Química Industrial.

Holleman.—Química Orgánica.

Allen.—Commercial Organic Analysis.

Revistas y Folletos.





# TESIS

## CAPITULO I

### CERAS VEGETALES SOLIDAS

En general, las ceras vegetales son productos de exudación de ciertas plantas abundantemente repartidas en el reino vegetal. Por lo regular, estas plantas no son explotables continuamente en todas las épocas del año, sino en determinados períodos de éste.

Con excepción de la cera de carnauba, de la de lino y algunas otras que han sido estudiadas por largo tiempo, las ceras de Palma, Ocotillo, Candelilla, etc., son poco conocidas en su composición química.

#### LA CANDELILLA

Fig. núm. 1.

La candelilla lleva por nombre técnico el de *Euphorbia Cerífera*, Euphorbiaceas.

Es una planta leñosa y tuberiforme, con ramas múltiples, más o menos flexuosas, divididas en tramos de unos quince a veinte centímetros de largo, de un color verde pálido y extranguladas con nudos cilíndricos; tienen un tamaño en total de 30 a 40 cm. y a veces hasta 80 por 5 mm. de ancho, sus hojas, sumamente pequeñas se encuentran distanciadas unas de otras y son poco visibles en las plantas tiernas, tienen un color moreno rojizo y llevan diseminados pequeños pelos blancos, su forma no es común; la lámina colorida de base ancha, se estrecha en seguida para ensancharse después formando un limbo lineal-lanceolado de 4 a 5 mm. de largo por 1 de ancho, en su parte media esta lámina se articula sobre un peciolo verde, carnoso, que se funde en el tallo y lateralmente se dilata para sostener las estipulas "rudimentarias" ligeramente rojizas y bellotas que parecen dos puntos coloridos.

El color blanquizo de los tallos depende indudablemente de la gran cantidad de cera que tienen adherida. ~~lizas y bellas que parecen dos puntos coloridos.~~

La candelilla existe especialmente en los Estados del Norte de la República y se dice que en los del Sur de los Estados Unidos.

Esta planta ha llamado la atención por la cera que produce y es por ella por la que ha entrado en los laboratorios y todos los ensayos que sobre esta planta han sido efectuados vienen encaminados esencialmente a la obtención de este producto.

La planta recién cortada conserva bien su humedad y aún después de varias semanas no se observa una disminución de peso, muy notable.

Por insicciones practicadas en la epidermis da paso a un líquido lechoso que es una goma-resina a la que se le atribuye un poder purgante. En cambio, la planta subdividida o machacada pierde la humedad de una manera sorprendente.

La mayor parte de los ejemplares tratados me han dado entre 40 y 55% de humedad.

Su estudio microscópico es el siguiente: en la periferia existe una zona bastante uniforme de celdillas casi cuadradas sobre las que se encuentra una capa de cera y en algunos sitios verdaderas prolongaciones ceríferas con lo que queda demostrado que la mayor parte de la cera de la planta se encuentra distribuida superficialmente. Cualquiera que ~~haya manejado esta planta se da cuenta que se le que da ad-~~ *haya manejado esta planta se da cuenta que se le queda adherida* *la cera* que se desprende de ésta, lo que origina pérdida sobre todo cuando se desprende de la planta seca que suelta con mayor facilidad su cera. Sin embargo, no toda la cera existe en la parte externa, y una cantidad, aunque más pequeña, se encuentra comprendida en las celdillas más exteriores y sale por orificios especiales; esto explica por qué los industriales no obtienen el agotamiento de esta substancia en la misma cantidad que se obtiene en el laboratorio, pues en este la extracción se lleva a cabo sobre la planta subdividida en fragmentos bastante pequeños y no sobre la planta entera o ligeramente desmenuzada como lo acostumbra los que se dedican a esta explotación.

Inmediatamente después de esta zona periférica se encuentra el parénquima formado por celdillas irregulares que contienen fécula y dejan ciertos espacios que forman los canaliculos latíferos.

Observamos después del parénquima la zona de cambio



que se encuentra muy bien marcada.

La madera de estructura radiada, tiene radios medulares de dos series de celdillas.

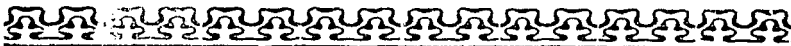
En el centro del corte se nota la médula de celdillas poligonales con paredes gruesas.

Mc.Connell Sanders en colaboración con el señor Profesor Ricardo Caturegli fue el primero que en 1905 llamó la atención sobre la cera de estas plantas y estuvo trabajándolas durante un período más o menos largo, pero parece que limito sus investigaciones a la composición de este producto, su blanqueo y propiedades.

Los análisis que se han publicado de esta cera ofrecen grandes diferencias y lo atribuyen a que se hayan estudiado con el mismo nombre de cera de candelilla, ceras de plantas distintas y puede ser también que la cera varíe con la edad de la planta y la época del año en que haya sido recolectada, (como más tarde lo he comprobado), también influye el método por el cual ha sido obtenida y la presencia de agua en la misma cera.

Se citan otras plantas que se dicen ser productoras de cera de candelilla y son en resumen las siguientes: Euphorbia Cerifera, (Alcocer), ya citada; Euphorbia Antisyphilitica, (Zucc) y el Pedilanthus Pavonis, (Boiss).





## CAPITULO II.

### EXTRACCION

Los métodos populares de extracción se basan en los siguientes tratamientos:

La planta entera o ligeramente desmenuzada es sometida con agua, a una ebullición más o menos prolongada, con lo cual la cera que funde a una temperatura inferior a la de ebullición del agua, se funde y sube a flote a la superficie del líquido de donde es recogida paulatinamente. Se tiene cuidado de envolver los trozos de planta en una tela metálica o bien, se atan en manojos y se lastran convenientemente para impedir que suban a la superficie del líquido, mezclándose con la cera fundida y haciendo más dificultosa la obtención de la cera; algunas veces se le añade al agua, una porción de ácido sulfúrico para provocar un burbujeo más abundante que ayude a la operación y de esta manera sobrenada la cera con mayor facilidad para luego ser espumada.

Otro procedimiento consiste en someter a las plantas a la acción directa del vapor de agua, con lo cual se funde la cera y se reúne después en el agua de condensación, de la cual puede ser fácilmente separada.

La cera, una vez separada por uno u otro procedimiento, se puede purificar, fundiéndola y colándola, o filtrándola a travez de carbón animal en filtros de hierro calentados exteriormente por medio de una chaqueta de vapor.

El rendimiento que puede obtenerse en esta forma de extracción, está comprendido entre los siguientes números:  $1\frac{1}{4}$  a  $1\frac{1}{2}$ %, calculando sobre el peso de la planta húmeda, lo que da  $2\frac{1}{3}$  a 3% calculada la humedad como en 50% que es el caso más general.

De los datos anteriores y sabiendo que los porcentos obtenidos en el laboratorio donde se trabaja con toda pre-

cición dan por lo regular un 4 o 5% de cera calculado sobre la planta húmeda, puede verse la enorme pérdida de substancia que ocasionan dichos procedimientos, único motivo por el que no son de aconsejarse, puesto que la sencillez de ellos queda fuera de duda. Por otra parte, la cera obtenida en esta forma, queda suficientemente blanca para ser aceptada en el comercio, varía entre el verde amarillo pálido y el color, muy ligero, de chocolate.

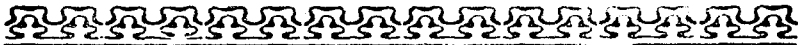
Esto tampoco quiere decir que la cera lograda aquí, no pueda ser sometida a los procedimientos de decoloración que más adelante se exponen, pero toda, o casi toda la cera que vende el comercio se halla en esta forma.

#### **EXTRACCION POR MEDIO DE DISOLVENTES**

Las pérdidas ocasionadas en las extracciones ya mencionadas no son debidas más que al hecho de que la planta no logra ser agotada de su producto, puesto que en el residuo queda aún la parte no extraída y no puede decirse por ningún motivo que reacciones de transformación tengan lugar en el seno del agua hirviendo, o bien, ocasionados por la corriente de vapor, cuando se lleva a cabo este otro método; entonces sólo hemos de buscar el medio de lograr el agotamiento total. El medio de resolver este asunto nos lo da el empleo de los disolventes de la cera que son todos líquidos más o menos volátiles y se conocen en química con el nombre de disolventes orgánicos; alcohol, benzol, gasolina, etc.

El empleo de un extractor adecuado en donde pueda evitarse el escape de estas substancias, sobre todo cuando se trabaja en caliente, viene a complicar un poco el problema y a aumentar los gastos de instalación, pero una vez examinado el rendimiento que viene a producir un sistema adecuado, se prefiere hacer la instalación como más adelante se diseñará.





### CAPITULO III.

#### INSTALACION

La más sencilla de las instalacines es indudablemente aquella en que va a seguirse el método del agua hirviente.

La candelilla se corta en pedazos de unos 15 a 25 centímetros valiéndose de cuchillas grandes o machetes.

Los operarios cogen manojos de planta y apoyándola sobre un pedazo de madera golpean con sus cuchillas.

Esta operación origina la primera pérdida de substancia. Las manos del operario desprenden una parte de la cera y los golpes de la cuchilla otra.

Si la planta se corta por medio de una cortadora de cuchillas parecida a la cortadora que se usa para picar pastura, la operación será más rápida, más perfecta también, porque los trozos obtenidos serán más pequeños, pero la pérdida de cera no puede evitarse por el ajetreo a que se somete la planta, no obstante, la cera que cae puede juntarse en lienzos que previamente se disponen debajo y al redor de la máquina cortadora.

El departamento donde se lleve a cabo esta operación, debe quedar lo más cerca posible al sitio donde es descargada la candelilla, para evitar hasta donde sea posible el tener que volver a cargar y acarrear a otro lugar la planta por tratar, ocasionando otra vez pérdidas por el continuo manejo de ella.

En el siguiente departamento, lo más contiguo posible al anterior, por el propio motivo señalado, son colocados grandes peroles o cubas de cobre o de fierro estañado, con capacidad para un metro cúbico de agua o poco más, provistas de un anillo de madera y un aro de fierro, que lleve una tela metálica bien ajustada.

Se coloca la candelilla en el fondo de los peroles o

cubas hasta ajustar la mitad o poco más del volumen de éstas, se mete el aro con su tela hasta que quede bien apretado contra las paredes del recipiente y por medio de un tubo o manguera se llenan de agua.

Es de advertirse que no ~~C~~abe una proporción grande de candelilla en estos recipientes y por consiguientes, la cera que podrá obtenerse será muy poca. He calculado que apenas puede colocarse en cada perol de estos, al rededor de 8 a 10 kilos de candelilla, según el grado de desmenuzamiento en que ~~se~~ encuentre.

Se procede al calentamiento que puede hacerse a fuego directo. Así es que los recipientes, para facilitar el calentamiento, deben colocarse sobre dos tabiques de ladrillo sin subirlos demasiado para no dificultar la recolección de la cera.

Calientase con basurillas u otro medio barato según las facilidades del lugar donde se trabaja.

Si va a añadirse ácido sulfúrico se hará en una proporción muy pequeña.

Se empieza a espumar la cera cuando ésta va apareciendo sobre el agua valiéndose de palas de madera o de otro arteficio cualquiera.

Pueden servir los mismos recipientes en que se hizo la extracción para la refinación de la cera. Una vez limpios y secos éstos, se llenan de cera sucia que es la que se junta de la operación anterior y se calienta muy suavemente hasta lograr la fusión de la cera que contienen. Esta, una vez en estado líquido, va dejando escapar la humedad y la tierra junto con la basurilla que lleva y que sedimenta poco a poco.

Es de aconsejarse que esta operación se haga a baño de maría para evitar un fuerte calentamiento y que la cera se oscurezca por consiguiente.

Cuano ya no se nota desprendimiento de vapor de agua, se suspende la operación y si quiere entonces ser filtrada a travez de una coladera o del carbón animal, puede procederse inmediatamente, antes de que se apague el fuego, para facilitar así el paso de la cera a travez de una u otra cosa.

Una instalación que posea unas 10 cubas de 1 metr cúbico de capacidad, puede producir diariamente unos 30 kilos de cera si logran cargarse dos veces cada una de las cubas mencionadas.

La instalación ideal de una fábrica para la extracción de la cera de candelilla por medio de disolventes orgánicos, sería aquella en que la planta pudiera ser totalmente ago-

tada de producto sin que hubiera pérdida de disolvente y la cera obtenida tuviera un color blanco o siquiera, casi blanco. Ya que no es posible por ahora, llevar a cabo una instalación tal, cuando menos debemos tratar de lograrla y acercarnos hasta donde se pueda a lo deseado.

La planta de candelilla se somete, por principio de cuentas, a un molino de cuchillos que la subdivide mecánicamente. Cuanto más subdividida pueda tenerse, tanto mejor. Los cortes que van saliendo del molino, deben recogerse directamente en el cesto de maya de alambre que forma parte del extracto y se coloca éste cesto, ya lleno, en el lugar correspondiente del aparato. Se cierra el depósito convenientemente y se ocha a andar el extractor, previamente alistado para el objeto, en la forma que en seguida se explicará.

Me parece inútil decir que existen distintos modelos de extractores, así es que únicamente diseñaré y explicaré el funcionamiento del aparato que con el nombre de Extractor Universal Ferriz se conoce en los Laboratorios Experimentales dependientes de la Secretaría de Industria y Comercio, único que conozco prácticamente y que ya ha sido probado en éste asunto de la candelilla.

Por las dimensiones que posee el citado aparato, pide éste un sitio adecuado para su instalación, que bien puede ser una caseta construída con la mayor sencillez, llevando en lugar de muros o paredes cerradas, una maya de alambre y un techo de tejado o lámina.

Esta caseta puede colocarse en cualquier patio procurando estar más o menos cerca a una caldera que proporcione vapor para ser inyectado, como se verá en seguida:

De un folleto sobre candelilla que ha publicado el Laboratorio Industrial Experimental, tomo la siguiente explicación: *Fig. # 2.*

La primera operación consiste en poner la candelilla o planta que se va a tratar en el cesto que va dentro del extractor, (como ya se había mencionado) en seguida se vierte gasolina, (u otro disolvente), en cantidad de 31 litros que es la capacidad del depósito, se cierra el extractor con sus tapas y sus tornillos-prensas cuidando de que esté perfectamente cerrado; en seguida se pasa vapor de agua al extractor, hasta llegar a una temperatura de 70°, con el objeto de que posteriormente no pase de 80°, cuidando de mantenerla así por espacio de 20 minutos.

La introducción del vapor al extractor se hace de la manera siguiente:

Se abre la llave de globo A, que se encuentra a la derecha del alambique y antes de la válvula de seguridad, se

abre la llavecita (a) que está cerca de la anterior y que tiene por objeto purgar de agua el aparato; hecho esto, se vuelve a cerrar y se abre la llave (b) que se encuentra a la izquierda en la parte inferior del extractor; en seguida se abre la llave de globo B, colocada a la derecha del extractor, por lo cual penetra el vapor a la chaqueta, de la cual sale por el lado opuesto e inferiormente abriendo la llave (c), que da paso a la trampa colocada en el suelo y que tiene por objeto economizar vapor y purgar de agua los tubos.

Como durante la operación una parte del disolvente que se encuentra en el extractor, se evapora a causa de la temperatura, se da salida a los vapores por el tubo grueso que se encuentra arriba y al frente del extractor, el cual lleva una llave macho (1), y sube hasta el depósito del agua fría, en donde se encuentra un serpentín que efectúa la condensación de los vapores salidos del extractor según se ha indicado. Para que dichos vapores penetren al serpentín, debe abrirse la llave macho (2), colocada superiormente. El condensado se va reuniendo en un depósito llamado tambor, colocado a la derecha, el cual se encuentra vacío, en tanto que otro semejante colocado a la izquierda deberá haberse llenado anticipadamente con objeto de tener disolvente preparado para un segundo lavado. La introducción del disolvente condensado al depósito de la derecha, se hace abriendo la llave de globo C, que está a la derecha del crucero del tubo de salida del serpentín; como en este depósito se ha hecho el vacío con anticipación, observará con facilidad el líquido condensado, pudiéndose observar la cantidad que va penetrando por medio del tubo de nivel colocado al frente. El vacío se hace abriendo la llave (d), que corresponde al tubo destinado a dicho objeto.

El primer lavado se hace con la carga de disolvente que se pone en el extractor, dura 20 minutos y en seguida se pasa el disolvente cargado de materias disueltas al alambique, para lo cual se abren las llaves de salida D, y las de entrada E y (e); cuando haya terminado esta operación, se abre la llave F, que sirve para la entrada de vapor a la chaqueta, así como la llave (f) destinada a la descarga y que comunica con la trampa. Debe observarse la temperatura en el termómetro que se encuentra colocado en la parte superior del alambique, para que la temperatura del vapor se mantenga entre 70° y 80°; se da por terminada la operación, cuando se agota el disolvente por haberse transformado en vapores que van a dar al serpentín en donde se condensan y se reúnen en el depósito de la izquierda, del cual se ha extraído el disolvente que previamente se le ha-

bía puesto para llenar con él de nuevo el extractor y proceder a un segundo lavado cerrando antes la llave de vacío (g).

El segundo lavado principia como se ha dicho, cuando se ha evaporado la primera carga de disolvente que ha pasado al alambique. Para volver a llenar el extractor, se hace uso del disolvente que se encuentra según se ha dicho, en el depósito de la izquierda y para ello se hace lo siguiente: se ve que esté abierta la llave macho (1) del tubo grueso condensador que comunica con el extractor, en seguida se abren las llaves G y H que dan salida al disolvente y se cierran cuando el líquido ha pasado al extractor, sirviendo de guía el nivel que se encuentra al frente; las llaves machos (1) y (2) deberán permanecer abiertas para que den paso a los vapores que han de ser condensados y reunidos en el depósito correspondiente. Se volverá a inyectar vapor en la chaqueta del extractor, repitiendo la operación como la primera vez, vigilando de la misma manera la temperatura y después de 20 minutos de ebullición, se hará pasar el disolvente al alambique en donde se podrá destilar para recuperarlo por medio de la condensación en los depósitos antes mencionados; para guía de esta operación es conveniente observar la marcha de la ebullición, haciendo que no sea tumultosa, por el vidrio que se encuentra en la parte superior del capitel del alambique, cuando la ebullición sea muy tumultuosa, se abrirá la llavecita (h) colocada en la parte inferior del tubo del manómetro de vacío llamado vacuómetro. Cuando termina la operación se cierra la llave de vapor y se abre la llave Y, que sirve para la entrada del vapor directo y se encuentra colocada en comunicación con los tubos condensadores que sirven para hacer el vacío en el alambique. En seguida se hace llegar vapor directo con el doble objeto de llevar las substancias y hacer completa la evaporación del disolvente.

Después de estos lavados, se practica una operación que tiene por objeto extraer las substancias que se han quitado a la planta, para lo cual se hace lo siguiente: se saca el agua condensada, abriendo la llave de aire (h), y cerrando la llave macho del tubo condensador que comunica con el serpentín, con objeto de interrumpir el vacío en el interior del alambique, habiéndose cerrado previamente la llave que conduce al vapor directo, después se abre la llave J, que da salida al agua que se encuentra en la parte inferior del alambique, cuando ésta ha salido, se vuelve a cerrar la llave, se abre la que lleva el vapor a la chaqueta para que por la acción del calor se reblandezcan las substancias extraí-



das y una vez esto efectuado, se vuelve a cerrar la llave de vapor y a abrir la que da salida al agua, por la cual saldrán las substancias extraídas ya reblandecidas. El vapor directo conviene hacerlo actuar por espacio de dos horas.

Una operación intercurrente que debe practicarse durante el funcionamiento del aparato, es la que se ha denominado "toma de la muestra" para lo cual se abre la llave K, de vacío del aparato tomador, así como la llave del tubo conductor del líquido, colocada en la parte inferior y en la cruz del serpentín, se mantienen abiertas por poco tiempo, en seguida se cierran y se abre la llave destinada a la salida de la muestra que está colocada en la parte inferior del aparato.

Gracias al señor ingeniero don Abraham Ferriz Savión, director de los Laboratorios antes mencionados, quien me ha permitido ver de cerca el aparato extractor descrito y me ha facilitado los elementos necesarios, puedo adjuntar los planos que llevan el número 3 y el número 4, con los que se tiene una idea perfecta del aparato.

Haciendo uso del aparato indicado y de la gasolina como disolvente, es como se ha obtenido la mayor cantidad de cera estudivada, pero dicho disolvente tiene, como otros varios, el inconveniente de arrastrar una gran proporción de resinas, aunque de todas maneras son en menor cantidad que lo que arrastra el éter sulfúrico, la bencina, etc.

Así, pues, como la cera obtenida viene mezclada con resina, debe procederse a la separación de una y otra substancia. El medio indicado es el siguiente: si se disuelve la cera en alcohol, se disolverá juntamente con ella la resina y más tarde, al enfriarse, la solución obtenida se precipitará la cera sola dejando aparte la resina.

El estudio de esta dificultad no puede darse por concluido hasta ahora, pues de la economía con que se verifica depende el éxito comercial de la explotación de estos productos, y hasta ahora los métodos empleados como es el del alcohol resultan bastante caros por el precio que alcanza dicho disolvente.

Ya sacada la cera del extractor, se presenta una nueva dificultad, aparte de la antes mencionada de la separación de las resinas, y es el asunto de la decoloración por venir la cera con un tinte sumamente verde por la clorofila que ha arrastrada consigo.

Citaré varios procedimientos que se han estado estudiando para lograr la decoloración.

## EMPLEO DEL OZONO

La cera se funde dentro de cualquier clase de recipientes, por ejemplo, cubos o cilindros de lámina galvanizada. Dichos recipientes llevarán en su parte inferior una llavecita que comunique con un tubo colocado sobre el fondo del recipiente y lleno de perforaciones de manera que cuando la cera sea introducida a ellos y la corriente de ozono empiece a ser producida, borbotee éste en el seno de ella atravezándola casi en la totalidad de su altura. Por la llavecita ya indicada se conectará la corriente de ozono. Se añade un poco de agua y se agita constantemente.

Este sistema puede presentar el inconveniente de que la cera al enfriarse, obstuya las perforaciones del tubo de desprendimiento y dificultar la operación, pero bastará con un ligero calentamiento para que la propia presión que desarrolla el ozono en su corriente de desprendimiento abra de nuevo paso y siga la operación sin ninguna novedad.

Hasta hace poco tiempo, no podía emplearse el ozono en grande escala, porque su producción resultaba sumamente costosa, pero actualmente se cuenta con un magnífico aparato productor de ozono en escala industrial y que lleva la firma Siemens Hulske. Parece que este aparato apareció por primera vez en el año de 1890, presentado al mundo por la firma antes citada.

Consta, esencialmente, de dos tubos de vidrio, colocados concéntricamente uno dentro del otro, dentro del espacio que queda entre uno y otro, se efectúa la descarga eléctrica cuando se emplea una tensión suficientemente alta para que la produzca. La descarga continua produce una luz cuyo tinte varía según la naturaleza del gas en el cual se efectúa la descarga y que sólo se percibe con perfección en la obscuridad, a esto se le llama el "efluvio".

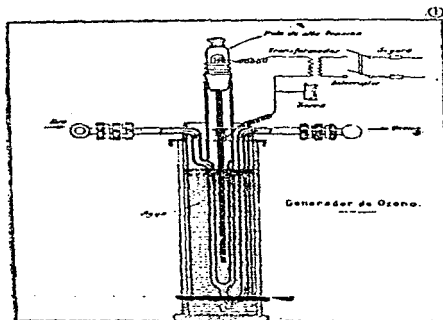
El electrodo correspondiente al polo de alta tensión, está constituido por una barra delgada formada por una liga de cobre y níquel.

El otro polo está comunicado con la tierra y formado por una lámina de hierro en forma cilíndrica y envuelve o rodea exteriormente el tubo ozonizador.

Tanto el tubo ozonizador como los electrodos están sumergidos en el agua, destinada a ~~observar~~ *absorber* el calor producido por las descargas. Este calor podría descomponer el ozono formado. Varios aparatos de estos, conectados debidamente, forman el "ozonizador" y se les llama "elementos".

La figura número 5, representa la sección vertical de un elemento. Para la producción en grande escala, el apa-

rato de Siemens consta de una caja de hierro fundido con 6 ú 8 elementos, rodeados de agua, que, como se ha dicho, se destina a absorber el calor producido por el efluio.



(Figura 5.)

La caja de hierro con el agua de refrigeración y los cilindros de vidrio, está situada en el polo de alta tensión y conectada con la tierra de modo que pueda ser tocada sin peligro. El otro polo de alta tensión, no conectado con la tierra, está muy bien aislado y es introducido en el interior de la caja.

Dicho aparato necesita aproximadamente medio kilowat, con una alta tensión de 8,000 a 10,000 volts.

El aire por ozonizar es llevado a través del aparato, ya sea por aspiración o por presión.

En una conferencia que el señor Ferriz sustentó sobre la producción de ozono, al referirse al aparato ozonizador Siemens dijo que la cantidad de ozono que se puede obtener, depende de la clase de descarga eléctrica, de la sequedad y de la velocidad del aire o del oxígeno que se inyectó en el aparato, así como de la temperatura del lugar donde se efectúa la descarga. Con el aire atmosférico seco, los aparatos dan, en concentraciones de 1 a 2, de 40 a 60 gramos de ozono por kilowat hora. Entiéndese por concentración del ozono el número de gramos de dicho gas por metro cúbico de aire o de oxígeno. Dice también el señor Ferriz que inyectando el aparato con oxígeno en lugar de aire el rendimiento de ozono se triplica, contándose entonces con 180 a 200 gramos de ozono por kilowat hora.

La misma corriente eléctrica, que queda en contacto con el ozono ya obtenido, tiene sobre éste un poder destructor que va aumentando con la concentración. De esto resulta que no puede obtenerse ozono de cualquiera concentración y que hay que sujetarse a un límite. En el campo de la industria deberá trabajarse con concentraciones de 1 a 2.

Para producir un kilo de ozono, se requieren de 17 a 25 kilowats (concentraciones de 1 a 2), es decir, de 23 a 34 caballos de fuerza.

La molécula de ozono, O<sub>3</sub> pesa: 16 x 3 igual a 48.

Por lo tanto, la molécula-gramo pesa 48 gramos.

Su producción exige un gasto de energía calorífica de 36,208 calorías, que corresponden a un trabajo de 321,87 kilogrametros, según el cálculo que sigue:

426.7..... equivalente mecánico de la caloría.  
 36,208..... calor de formación del ozono.

$$\frac{426.7 \times 36,208}{48} = 321.87 \text{ kilogrametros.}$$

Contando con 282,000 kilogrametros por caballo hora, se tiene:

$$\frac{321,87}{282,000} = 87,61 \text{ gramos, que sería la producción de ozono por caballo hora.}$$

Sin embargo, el rendimiento práctico está muy lejos de estas cifras, pues una gran parte de la energía es substituida por influencias extrañas a la producción del ozono. No hay hasta la fecha aparatos que con aire puedan suministrar 50 grs. de ozono por caballo y por hora. Los mejores aparatos apenas alcanzan a 45 grs. por hora.

Cada tubo o elemento del aparato de la figura número 6, produce 0.30 grs. de ozono por hora, con un consumo constante de 2 Wats fuera del transformador ~~y un~~ ~~gasto~~ ~~x~~ de 5 litros de oxígeno, lo que corresponde a una concentración de 60 grs. de ozono por metro cúbico de oxígeno. Por lo tanto, una batería de 10 elementos producirá 3 grs. de ozono por hora, con un consumo de 10 wats (menos que el de una lámpara incandescente ordinaria) y un gasto de 50 litros de oxígeno. Obteniéndose una concentración de 600 grs. de ozono por metro cúbico de oxígeno. (Estos datos han sido tomados del folleto antes indicado).

Volviendo sobre el asunto de la cera, sólo queda por añadir, que una vez ya decolorada puede entregarse al comercio.

Desgraciadamente el empleo del ozono no ha dado los resultados tan vivamente deseados. Parece ser que su efi-

encia es más bien teórica que práctica. La cera, durante la agitación a que es sometida y el burbujeo del ozono, se subdivide en partículas sumamente pequeñas que por su mismo tamaño se ven blancas, pero cuando éstas se reúnen al ser fundida de nuevo la cera, ésta queda apenas ligeramente menos colorida que en un principio.

Como el mejor procedimiento para decolorar, cito el que sigue:

La cera disuelta en la menor cantidad posible de gasolina y que puede ser sacada del extractor antes de haberla agotado del disolvente, se hace pasar por un filtro de carbón animal suficientemente grueso y compacto para que alcance a efectuarse hasta donde sea posible la decoloración. Se obtiene como filtrado un líquido bastante incoloro y al ser eliminado el disolvente ya sea por destilación o por cualquier otro método, queda una cera muy blanca con un punto de fusión más alto que los ya citados, lo que influye en ella para hacerla más apreciada en el comercio.

Mi maestro, el señor profesor don Juan Manuel Noriega, me ha explicado el siguiente sistema de extracción como el último resultado ha que ha llegado en sus experiencias sobre este asunto:

Trátase la planta, desmenuzada hasta donde sea posible, por el alcohol frío, macerándola en este disolvente por un tiempo más o menos largo, 24 horas o más; el alcohol disuelve las resinas y una buena parte de la clorofila. Se separa el alcohol con lo que haya disuelto y se repite la operación si es necesario. La planta guarda una porción de este disolvente y puede privarse de ella por calentamiento en estufa; naturalmente, cuando se trata de grandes cantidades debe recogerse al alcohol evitando la pérdida que implicaría. Se ca ya la planta de alcohol y privada de resinas así como, de una parte de su clorofila, se trata por la gasolina hasta ser agotada de cera, la solución se filtra a través de carbón animal, se priva del disolvente y se obtiene una cera mucho muy blanca con un punto de fusión más alto que todo los anteriormente citados por estar exenta de resinas y de materia colorante, siendo pues, muy pura. Puede competir con la cera de carnauba por su pureza y por su punto de fusión y por consiguiente, alcanzar un precio más alto.

#### CAPITULO IV.

#### DATOS QUIMICOS Y FISICOS ACERCA DE LAS CERAS

Es bueno señalar algunos datos diferenciales entre los cuerpos grasos y las ceras:

Los cuerpos grasos son esteres glicéricos de los ácidos grasos que tienen un peso molecular elevado, mientras que las ceras pueden ser consideradas como los esteres formados por la combinación de los alcoholes elevados monovalentes con los mismos ácidos grasos elevados, o dicho en otras palabras: las ceras, a diferencia de las grasas, no están constituidas por triglicéricos, sino generalmente por esteres de alcoholes elevados monovalentes, por ejemplo: alcohol cetílico, miricélico, cerílico, colestestina, etc., y a veces también bivalentes, y también contienen en parte los mismos ácidos grasos elevados, por ejemplo: ácido palmítico, esteárico, cerótico, oléico, etc., y aquellos alcoholes en estado libre. Así el Palmitato de cetilo está formado por el alcohol cetílico y el ácido palmítico con eliminación de agua, según lo indica la siguiente ecuación:



Por lo tanto así como los cuerpos grasos tienen un elemento básico común, la glicerina, que es un alcohol triatómico, las ceras están caracterizadas por el hecho de llevar como elementos básicos o radicales, alcoholes monoatómicos y diatómicos.

Los alcoholes que hasta el presente, han logrado identificarse en las ceras, pertenecen a una de estas dos series: alifática o aromática. Los primeros están representados por alcoholes de la serie etílica, alílica y glicólica y los segundos por las colestestinas. La naturaleza de los ácidos grasos líquidos no ha sido aún determinada.

### PROPIEDADES DE LAS CERAS NATURALES

Con excepción de la cera de carnauba y de la cera de abejas, las otras no han podido aún ser suficientemente puras para poder emprender un estudio eficaz. En el caso de las dos ceras antes mencionadas, la presencia de hidrocarburos está fuera de dudas; los hidrocarburos de la cera de abejas pertenecen especialmente a la serie del metano; sus puntos de fusión son bastante elevados. El hidrocarburo encontrado en la cera de carnauba es muy probablemente un término de la misma serie. Mientras que en el caso de los cuerpos grasos la presencia de ácidos grasos libres debe considerarse como un indicio de descomposición, en el caso de las ceras no puede darse la misma interpretación con seguridad, debido al estado actual de nuestros conocimientos. Una cierta cantidad de ácidos grasos libres ha podido caracterizarse en la cera de carnauba y abejas, mientras que en las ceras líquidas que son neutras al estado fresco, puede permitirse

atribuir la presencia de ácidos grasos libres a una acción secundaria, recordando que las ceras contienen ácidos grasos libres encerrando simultáneamente alcoholes libres. La glicerina siendo bastante soluble en el agua, es evidente que en el caso de cuerpos grasos el alcohol libre escapa a toda investigación, de donde resulta que las ceras contienen cantidades notables de materias insaponificables, como se ha probado prácticamente, debido a la presencia de hidrocarburos.

Por sus propiedades físicas, las ceras líquidas y sólidas se asemejan mucho a los cuerpos líquidos y sólidos; se comportan muy semejante con los disolventes y como los cuerpos grasos, las ceras al estado líquido o en solución dejan una mancha grasa transparente sobre el papel.

Bastará con indicar algunos puntos de diferencia entre las ceras y las grasas:

Las ceras líquidas se distinguen perfectamente de los aceites, por su densidad que siempre es más débil, de 0.875 a... 0.881. Sometidas a la acción del calor no exhalan olor de acroleína, debido a la ausencia de la glicerina. Sometidas a la destilación a altas temperaturas los esterres se transforman en hidrocarburos. No se enrancian por envejecimiento, gracias a la estabilidad de sus esterres y de sus ácidos grasos. Aunque insolubles en el agua, las ceras sólidas tienen la propiedad de formar emulsiones con el agua a tal grado, que grandes cantidades de agua pueden ser incorporadas a éstas, hasta lograr obtener en muchas ocasiones una materia que tiene el aspecto y la consistencia de una pomada.

Entre los datos publicados acerca de la cera de candelilla figuran los siguientes:

Densidad a 15° C. . . . .	0.9820 a 0.9856
Punto de fusión. . . . .	60 a 80C
Índice de refracción a 85° C. . . . .	1.4545 a 1.4626
Índice de los ácidos. . . . .	12.40 a 19.00
Índice de Saponificación. . . . .	35.00 a 86.50
Cifra de Reichert-Meißl. . . . .	0.53 a 7.69
Índice de yodo. . . . .	14.42 a 20.40
• Mantérias no saponificables. . . . .	76.70 a 77.27%
Hidrocarburos. . . . .	48.60%

Entre los hidrocarburos parece haberlos de fórmula que se aproxima a la del hentriacontano.

La cera de invierno tiene más elevado el punto de fusión, así como la densidad, la acidez y la proporción de hidrocarburos.

Sanders (Chem. Soc. Proc. 1911,27.250) dice que una muestra de cera obtenida de plantas recogidas en el mes de enero, de la región de Coahuila, era de color blanco verdoso y contenía una proporción considerable de agua, una vez privada de ella era de color pardo obscuro y tenía los siguientes caracteres:

Punto de fusión de. . . . .	66° a	80°C
✓ Peso específico. . . . .		0.9850
Índice de los ácidos. . . . .		14.33
Índice de saponificación. . . . .		46.76
Índice de Yodo. . . . .		16.60
Materias no saponificables. . . . .		77.00%
Hidrocarburos. . . . .		48.60

Dice, además, que contenía hentriacontano y alcohol miricílico.

Olson Seffer y otros analistas dan algunos datos numéricos que no están comprendidos entre los límites antes indicados.

#### SAPONIFICACION DE LAS CERAS

Se entiende por saponificación, el desdoblamiento del cuerpo de que se trata si es saponificable, en el alcohol y en el ácido graso que lo componen simultáneamente con la adición de una molécula de agua, (hidrólisis), al ser éste calentado con agua a una presión y temperatura dadas o bien, por el tratamiento o acción de ácidos o álcalis, ~~y~~ cuando reaccionan los álcalis en vez de un ácido graso, resulta libre una sal alcalina: (jabón). Las saponificaciones logradas con cal, barita u óxido de plomo, nunca son tan completas como las efectuadas con potasa o sosa cáusticas y es perfecta y rápida con las soluciones alcohólicas de estas mismas bases, pues se forma primero un ester etílico poniéndose en libertad la glicerina y en seguida se saponifica completamente el ester compuesto. La acción del alcohol se ve palpable en el caso de calentar las grasas con éste, ligeramente acidulado, pues los esteres etílicos se obtienen en esta forma directamente.

Las ceras y la grasa de lana se saponifican del mismo modo, aunque un poco más difícilmente; pero usando una solución alcohólica doble normal y calentando a presión la saponificación siempre es completa.

Herníquez da el siguiente procedimiento, con el cual, por difícil que parezca la saponificación de una grasa o de



una cera, puede lograrse con facilidad aún en frío: consiste en disolver, sea por ejemplo: 3 ó 4 grs. de grasa en 25 cc. de éter de petróleo, igual volumen de solución alcohólica de potasa cáustica normal son añadidos, agitando de vez en cuando durante doce horas en frío. Las ceras se disuelven en caliente.

Para conocer la cantidad de álcali fijada (número de saponificación o número de Cottstorf) se valora el exceso de álcali con una solución normal de ácido.

Diluyendo con mucha agua las ceras saponificadas, se separan insolubles los alcoholes elevados, que se pueden extraer con éter. Estos alcoholes elevados se clasifican con el nombre de substancias no saponificables y la candelilla contiene al rededor de 77.00%.

En mis investigaciones de laboratorio, he estado trabajando con cera de invierno, y aunque no he logrado hacer experiencias con cera de otro período del año, sé que las propiedades de las ceras varían especialmente según la época del año en que ha sido recolectada la planta, según su edad y su origen. Por lo común, la cera de invierno tiene un punto de fusión más elevado que el de la cera de verano, así como la densidad, la acidez, la cifra de saponificación, la de absorción de yodo y la riqueza de hidrocarburos son más altas; en cambio, contiene menor cantidad de ácidos y ceras y su color es más obscuro.

La cera de candelilla se disuelve, en caliente, en esencia de trementina, en el cloroformo, en el éter, en el benzol, en el bisulfuro de carbono y en la acetona. Se disuelve parcialmente en alcohol hirviendo del que vuelve a separarse por enfriamiento. Una mezcla de tres partes de alcohol absoluto y dos de benzol de 90%, resulta en caliente un buen disolvente de esta cera. El alcohol absoluto disuelve 65% en caliente y la parte que queda insoluble se funde a 68° C.

Leo en un tratado de ceras que las plantas que han vegetado cerca de las costas, contienen menos cera y más latex cauchífero que las del interior del país, lo que quizá depende de la alta temperatura y exceso de humedad en que se han desarrollado.

Otra prueba a que he sometido la cera de candelilla para observar qué variaciones y fenómenos va presentando, según avance la temperatura, ha consistido en el siguiente experimento:

En una cápsula de porcelana de unos 8 cms. de diámetro, sentada sobre un anillo metálico de un soporte común y corriente para ser calentada por medio de lámpara de alcohol y colocando un termómetro en el centro de la cápsula de manera que el bulbo de éste quedara completa-

mente cubierto por la cera una vez que ésta ha sido completamente fundida y elevando la temperatura muy lentamente, he podido observar los siguientes detalles:

A los 70°C.—La fusión se ha iniciado.

A los 130°C.—El olor sui generis de cera caliente empieza a percibirse.

A los 135°C.—Se nota desprendimiento de vapores blancos y se acentúa el olor de cera caliente.

A los 140°C.—La burbuja espumosa que ha venido flotando desde el principio del calentamiento empieza a escasear.

A los 145°C.—Y agitando, son más abundantes los vapores desprendidos.

A los 150°C.—La burbuja ha desaparecido casi por completo y sigue acentuándose el olor y el desprendimiento de humos. Se ve bastante obscura la cera fundida, solamente los bordes dan un tono más claro.

A los 155°C.—Ya no queda nada de burbuja.

A los 175°C.—Burbujas incipientes se escapan del seno de la cera fundida como cuando se inicia una ebullición.

A los 190°C.—Los humos crecen, las burbujas antes citadas son más grandes, más abundantes y más frecuentes.

A los 200°C.—En el centro del líquido no se nota cambio de coloración, pero los bordes pasan del amarillo rojizo al rojizo obscuro.

A lo 210°C.—Disminuye el número de burbujas y son abundantes los humos.

A los 220°C.—Ya no aparecen más burbujas de las que salían a flote.

A los 230°C.—Vista la superficie del líquido por reflexión, parece que la cera quiere hervir. No se percibe cambio de coloración y sacada una gota con el extremo de un agitador y vista por transparencia, se ve de color rojo obscuro.

A los 235°C.—Agitando, los humos son abundantísimos, de un color blanco sucio, (como humo de cigarro), con ciertos matices azulados.

Los bordes se ven más rojos. Empieza a demorar notablemente el aumento de la temperatura. Precisa aumentar la intensidad del calentamiento.

A los 260°C.—Se inicia la ebullición.

A los 275°C.—Es bastante franca la ebullición.

A los 287°C.—Se inflamó la superficie de la cera fundida debido a la proximidad de la llama de la lámpara de alcohol. Sin embargo, ha sido muy fácil apagar la cera.

A los 290°C.—“Idem”.

A los 293°C.—'Idem'. Es verdaderamente imposible apagar la cera y precisa interrumpir la operación.

Todo lo anterior, puede deducirse, que la cera se va quemando paulatinamente y así llega a obscurecerse tanto. Las burbujas que salen entre los 175°C. y los 210°C. son formadas por vapor de agua que se está escapando, formado indudablemente por la humedad que lleva consigo la misma cera. En fin, la cera hierve con suma dificultad quemándose notablemente, como lo indica el olor y la presencia de humos.

### COEFICIENTES DE SOLUBILIDAD DE LA CERA...

Por la dificultad de obtener una cera que puede llamarse químicamente pura, la generalidad de los ensayos que sobre este cuerpo se han podido hacer, han sido sobre ejemplares con metnos de 1% de resina y con una humedad que puede llamarse nula, así los siguientes experimentos para determinar su solubilidad han dado los siguientes datos:

El alcohol a 90°C. puede disolver:

En frío. . . . . huellas.

A la ebullición. . . . . 9.10%

El alcohol a 85°C. en frío. . . . . huellas.

A la ebullición. . . . . 7.60%.

Una vez lograda la solución, la cera no tarda en precipitarse tan luego como baja la temperatura.

La esencia de trementina, lo mismo que la gasolina, disuelve la cera en caliente en todas proporciones y una vez precipitada la que logra hacerlo por enfriamiento, éstos disolventes retienen aún al rededor del 4% que queda en solución. En éter sulfúrico y en bencina se disuelve el 1% de cera en frío, en caliente, el primero de estos disolventes, ~~disuelve 1.10% y el segundo 1.80 por ciento. Si se esfuerza mu-~~ suelve 1.10% y el segundo 103 por ciento. Si se esfuerza mucho el calentamiento, parece ser que ya a 100° la cera empieza a tomar un color más obscuro, lo cual quiere decir que existe una descomposición incipiente en dicha substancia. Esto mismo explica la dificultad de obtener cera blanca.

Copio la siguiente tabla que he encontrado, buscando datos sobre ésta materia y que nos da la solubilidad de la cera en gasolina:

A los 0°C. . . . .	0.586%
A los 5°C. . . . .	0.960%
A los 10°C. . . . .	1.290%
A los 15°C. . . . .	1.370%
A los 20°C. . . . .	2.469%
A los 25°C. . . . .	3.890%
A los 30°C. . . . .	4.250%

A los 35°C. . . . .	6.160%.
A la ebullición. . . . .	12%.

El asunto de la decoloración de la cera de candelilla, sobre todo en el caso de haberse verificado la extracción por medio de disolventes orgánicos y cuando no se cuenta con un buen aparato ozonizador como el ya descrito en páginas anteriores, no ha sido satisfactoriamente resuelto.

Seguramente el color tan verde que toma la cera, se debe a la gran cantidad de clorofila que arrastran los disolventes.

Habiendo observado que en las campiñas donde se recogen grandes cantidades de alfalfa, se pone ésta a asolear para que pierda la humedad y ser después empaçada según los últimos procedimientos, resulta que cuando se retira del sol, ha perdido casi en su totalidad el color verde que posee en un principio. Recordando también, que muchas ocasiones es preferida esta planta para la extracción de la clorofila, he deducido que la candelilla expuesta al sol por un tiempo más o menos largo, puede perder también su color verde. Con tal objeto, se ha colocado la planta en capas delgadas a la acción solar, siendo removida de vez en cuando con objeto de que sea bañada por el sol lo más perfectamente posible y después de unos 13 o 18 días se levanta casi decolorada habiendo dado una cera ligeramente verdosa la planta que duró en el sol 13 días y una cera amarillenta la que permaneció por 18 días expuesta al sol.

El empleo del alcohol resulta antieconómico por el precio que alcanza dicho disolvente y además requiere la cera una gran cantidad de lavados para quedar suficientemente blanca y es de notarse que se obtiene una cera más blanca que la que resulta del procedimiento anterior, no obstante que al fundirla toma muchas veces un color gris.

En algunos tratados se aconseja el empleo de algunos agentes químicos, casi todos oxidantes, como medios para decolorar la cera. Citaré algunos de ellos:

1o.—Fundiendo la cera en el seno del agua y añadiendo permanganato de potasio en solución y acidulando con sulfúrico.

2o.—Agregando a la cera fundida bióxido de magnesio y carbón animal.

3o.—Fundir la cera en el seno del agua y añadir ácido nítrico.

4o.—La cera fundida en las mismas condiciones, es adicionada de bromo.

5o.El empleo del clorato de potasio con pequeñas can-

tidades de ácido clorhídrico decolora mucho la cera.

60.—El uso de carbón animal.

Se aconseja hacer uso del carbón animal en la siguiente forma: prepárese un recipiente cilíndrico o cónico a manera de embudo de dobles paredes que servirán de chaqueta de vapor, se coloca el carbón animal en el interior del cilindro o cono, previamente mezclado con viruta de hierro la que servirá para transmitir y mantener el calor cedido por el vapor de agua que circula por la chaqueta y se vierte la cera ya fundida de manera que atraviese la capa de carbón con las precauciones del caso.

En ninguno de éstos casos se logra una decoloración perfecta, muchas veces ni siquiera aceptable.

## CAPITULO V.

### RESINAS.

Aparte de la cera que contiene la candelilla, puede extraerse de esta planta una buena porción de resina, una proporción aproximada de 11% calculada sobre el peso de la planta húmeda, la que da un 22% calculando sobre la planta seca.

Las resinas forman un grupo de sustancias muy complejas y de muy variada composición química, pero que, si embargo, tienen caracteres físicos similares.

Existen sustancias o mezclas de éstas obtenidas artificialmente y que poseen propiedades físicas iguales a las que tienen las resinas pero no obstante esto, no alcanzan la importancia que hasta hoy tienen las resinas naturales.

Las resinas naturales, provienen por regla general, de la exudación de ciertas plantas. Esta exudación es algunas veces natural y normal en ellas, otras ocasiones es provocada por medios artificiales, como también puede ser causada por alguna enfermedad propia de la planta.

Las resinas aparecen comúnmente en mezcla natural con materias gomosas, aceites esenciales, etc.

Cuando las materias resinosas contienen íntimamente mezcladas muchas gomas u otras materias semejantes, reciben el nombre de gomo-resinas, así como otros productos naturales que son soluciones o emulsiones de resinas en aceites esenciales, se denominan óleo-resinas o bálsamos, etc.

Hasta recientemente la composición química de las resinas ha sido poco conocida y para las experiencias de investigación se ha tropezado desde luego con la dificultad de obtenerlas químicamente puras, puesto que vienen ya naturalmente acompañadas siempre, de otros cuerpos difi-

cilmente separables, tales como gomas, aceites, etc. Las resinas se han considerado como productos de la oxidación de los terpenos y aunque ésto sea cierto para algunas de ellas no pueden aplicarse a todas en general.

Algunos autores han hecho la siguiente clasificación de éstos cuerpos: Esteres, resinas y sus productos de descomposición, resinas ácidas, resinas alcohos y resenas.

### **CARACTERES GENERALES DE LAS RESINAS.**

Las resinas son cuerpos sólidos más o menos transparentes, generalmente quebradizos, capaces en algunos casos de cristalizar, por lo regular no presentan ni olor ni sabor, fácilmente fusibles sin ser volátiles, descomponiéndose por medio del calor y cuando éste se hace obrar colocando las resinas en vasos cerrados se obtienen productos empireumáticos consistentes especialmente en hidrocarburos, calentadas las resinas al aire libre se inflaman produciendo una llama humeante, son malos conductores de la electricidad y cuando se frotan se cargan de electricidad electro-negativa, su peso específico varía entre 0.90 y 1.25, son insolubles en el agua pero bastantes solubles en un gran número de disolventes orgánicos entre los que figuran especialmente el alcohol, en muchos casos sus soluciones dan reacción ácida pero esto depende en todo caso de la naturaleza de la resina disuelta.

### **RESINAS DEL COMERCIO.**

Muchas resinas tienen importancia comercial. Un gran número de ellas se usan en gran escala para la manufactura de barnices y como adulterante en jabonería, también son empleadas en la manufactura del lacre, sin contar con algunas aplicaciones en Medicina.

Con la resina de candelilla han llegado a fabricarse algunos barnices en los que entra la esencia de trementina y sirven para ser aplicados por medio de brochas, otras veces se les ha añadido aceites secantes tales como el de linaza, cosa muy acostumbrada en esta clase de productos.

El agua y las impurezas que más comunmente traen consigo las resinas, pueden ser separadas fácilmente disolviendo las resinas en esencia o aceite de trementina o en cualquiera otro disolvente adecuado. Si la operación puede efectuarse en un tubo graduado, el agua que ha entrado a formar cuerpo del disolvente después de haberse agitado junto con éste puede ser medida con bastante exactitud y la materia insoluble puede filtrarse, lavarse con el mismo disolvente, secarse, pesarse y examinarse por cualquiera de los métodos deseados.

La resina de la candelilla ha procurado purificarse antes de emprender su estudio y una vez logrado esto hasta donde es posible se ve que presenta los caracteres siguientes: un color amarillo rojizo, es inodora, de sabor ligeramente acre, al arder se quema con una llama humeante, sus disolventes más precisos son los disolventes neutros y pueden hacerse con ella algunas reacciones colorimétricas como las que apuntaré enseguida. El ácido sulfúrico y el ácido fénico producen un color rojo oscuro y calentando se percibe un olor particular (que se dice semejante al de la cumarina); el cloruro férrico con el ácido sulfúrico en presencia de la resina da un color verde; tratándola con ácido sulfúrico, ácido nítrico y fénico se obtiene un color rojo vivo.

Para preparar las resinas de la candelilla se procede en una forma semejante a la que sigue:

Se agota la planta por medio del alcohol caliente ya sea en aparato de reflujo o por medio de otro dispositivo cualquiera, como el alcohol caliente colecta no solamente las resinas sino una gran cantidad de cera, filtrase la solución obtenida primero en caliente y por segunda vez en frío después de haberse separado por el enfriamiento consiguiente, la cera que estaba disuelta.

El licor privado de este último ingrediente puede ser tratado por agua en exceso, dejándolo reposar de 24 a 36 horas para que las resinas precipitadas por el agua tengan tiempo de conglomerarse y puede activarse la precipitación añadiendo un poco de alumbre en solución; se decanta, se recoge la resina para ser secada hasta lograr en ella el peso constante requerido por el análisis. Con la resina así obtenida que puede considerarse bastante pura, se procede a estudiar la composición, lo cual, una vez efectuado comprueba que las resinas de candelilla no son propiamente un ácido-resina a cuyo grupo corresponden las benceno-resinas, terpeno-resinas y umbelífero-resinas, no obstante que la reacción que presenta es francamente ácida.

El procedimiento que he usado para el estudio de esta resina ha sido el siguiente:

Un gramo de resina se disuelve en éter sulfúrico, la solución obtenida es tratada primero por carbonato de amonio, después por carbonato de sodio y sosa cáustica en soluciones aproximadas de 1%; los líquidos son colocados en un embudo de decantación en donde se agitan convenientemente antes de proceder a la separación, una vez efectuado esto, las soluciones acuosas así obtenidas adicionadas de sulfúrico diluido, dan un precipitado de resinas que corresponde

a las resinas ácidas y de cuyo peso he calculado que existe 1.87% en la resina de candelilla.

La otra parte que la forma la solución etérea, ya privada de resinas ácidas, se evapora hasta sequedad buscando si contiene aceite esencial, el cual no se encuentra en este caso.

El residuo disuélvase en alcohol y se trata con solución de potasa cáustica alcohólica verificando la correspondiente saponificación del modo acostumbrado en el laboratorio; en esta forma quedan saponificadas las resinas ésteres. Se filtra para separar las resinas no atacadas y el líquido filtrado se trata con sulfúrico diluído, lo que da por resultado la precipitación de las resinas ésteres que representan un 10.09% de las resinas totales.

En este último precipitado se procede a la investigación de los ácidos benzóico y salicílico, los que no se logran identificar.

Se procede a la determinación del índice de saponificación, tomando otra muestra de resina para tratarse con solución deci-normal de potasa alcohólica habiéndose encontrado el número 112.9896 y el valor de 106.7100 para las resinas ésteres.

Las resinas no atacadas pueden ser sometidas a la acetificación en aparato de reflujo hasta que dejen de ser atacadas por el ácido acético cristalizante y el acetato de sodio anhidro. Se separa el ácido acético que haya arrastrado las resinas alcoholes, las cuales forman un 23 a 25%.

Cualitativamente se busca si estas resinas alcoholes corresponden a los resinóles o a los resino-tanoles, habiéndose comparado ser de estos últimos. La parte no metilada e inatacable por todos los reactivos empleados es de resenas y viene dada en la proporción de 63.08%.

Tengo en mis manos un folleto explicativo sobre candelilla que ha publicado la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo de la que tomo los siguientes números:

Resinas ácidas. . . . .	1.70%
Resinas ésteres. . . . .	10.20 "
Resinas alcoholes (resino-tanoles). . . . .	24.80 "
Resenas. . . . .	63.30 "
	<hr/>
	100.00%
Indice de Hübl. . . . .	91.40
Indice de saponificación. . . . .	113.40
Valor ácido. . . . .	3.24
Valor de acetilo. . . . .	9.46
Densidad. . . . .	1.008



Las resinas se disuelven en todas proporciones en alcohol de 96°, en éter en esencia de trementina y en gacolina.

La gasolina en frío disuelve 0.64% y en caliente 0.71%. El alcohol de 85° disuelve en frío 7.08% y en caliente... 13.75%, el alcohol a 96° disuelve en frío, 21% y en caliente 87%.

## CAPITULO VI.

### TANINOS

#### Descripción y Propiedades

El tanino es una substancia sólida, amorfa algunas veces, cristalina otras, de sabor muy astringente, más o menos soluble en el agua, bastante en alcohol o en una mezcla de alcohol y éter, notablemente soluble en acetato de etilo. En cambio, en benceno, en bisulfuro de carbono y éter de petróleo. Los taninos son por lo regular un poco solubles en ácido sulfúrico diluido. Sus soluciones acuosas dan una coloración azul oscura o verde con las sales férricas, también se forma con estas un precipitado así, como con los acetatos de plomo y cobre y con el cloruro estañoso.

Algunos taninos pueden ser precipitados por el tártaro emético y por los ácidos minerales. Con una solución de gelatina, los ácidos tánicos forman precipitados, parecidos a los que se obtienen con polvo de cuero, los cuales son insoluble en presencia o exceso de ácido tánico pero no totalmente insolubles en agua pura.

La mayoría de estos ácidos puede ser perfectamente separada de sus soluciones acuosas por tratamiento de éstas con raspaduras de cuero o polvo de piel. Los taninos pueden también ser separados de sus soluciones por digestión con óxido de zinc o de cobre.

#### REACCIONES

Reducen después de hidrólisis el licor de Fehling, por calentamiento. Una reacción sensible se logra tratando la solución por ferrocianuro de potasio disuelto en amoníaco, que produce una coloración rojo subido.

Los ácidos tánicos forman por regla general, precipitado insolubles con muchas bases orgánicas, advirtiendo, sin embargo, que cuando un alcaloide y un tanino se encuentran en una misma planta no reaccionan entre sí para formar compuestos insolubles.

La propiedad más caracterástica e importante de los taninos estriba en su eficacia y aplicación en el curtido de pieles. El ácido tánico es oficial bajo la designación de

acidum tannicum. En tenería se echa mano de los taninos para transformar la piel animal en cuero.

La curtición se verifica, impregnando la piel animal en tanino. Una vez tratada de este modo e vuelve suave y flexible, y en estado húmedo, resiste a la putrefacción, mientras que la piel en bruto se vuelve dura y córnea al secarse y estando húmeda se pudre rápidamente.

La piel está constituida por tres capas: La epidermis, la dermis y los órganos glandulares; solamente la dermis sirve para la fabricación del cuero, las otras dos capas deben ser separadas. Por cortadura y tratamiento con ácido acético diluido, se reconoce si una piel ha sido bien curtida; si ésta se hincha en el interior, es señal que la transformación en cuero no ha sido completa.

La curtición consiste probablemente en una precipitación de coloides. La piel contiene materias albuminóideas bajo la forma de gels o dispersoides y el tanino con el agua, da también una solución coloidal, pues en efecto, no muestra ningún descenso en el punto de congelación. Primero, el tanino es simplemente absorbido por la piel, pues se le puede extraer con el agua y a medida que avanza la curtición, la cantidad que puede extraerse disminuye.

Los taninos naturales, son poderosos agentes reductores y presentan una marcada tendencia a absorber oxígeno, especialmente cuando se hallan en solución alcalina. Los productos de oxidación son fuertemente coloreados.

La candelilla contiene una baja proporción de tanino, entre 2.50 y 5%, pero son fácilmente aprovechables porque poseen una marcada y eficaz acción curtiente, como lo demuestran las pruebas a que se ha sometido, pues pieles que se han tratado por extractos o cocimientos acuosos de que los taninos que contiene la candelilla no deben ser descuidados, ya que su aprovechamiento no es tan difícil como a primera vista parece.

Si la planta, antes de someterse a las extracciones ya estudiadas logra ser agotada de su tanino, éste no quedará perdido como viene aconteciendo hasta hoy y puede ser aprovechado con grandes ventajas.

Los primeros tratamientos que ha sido sometida la candelilla, según descripciones anteriores son: o bien, el viejo método del agua hirviendo y acidulada con sulfúrico, o bien, el de los disolventes de la cera mediante un extractor, así como el último que he descrito del alcohol, para arrebatarse las resinas y seguir posteriormente con la obtención de la cera. Entonces, no importa que la planta sea tratada con agua fría al principio de toda operación,

porque esta agua ni se lleva la cera, ni tampoco se lleva las resinas, logrando arrastrar, si no totalmente, cuando menos una buena parte de los taninos antes perdidos. La planta sería triturada como de costumbre, se maceraría con el agua fría o se buscaría lograr una difusión para quitarle los taninos; logrando este propósito no queda más que secar la planta para proseguir con los demás métodos. Si va a emplearse el del agua hirviendo, no precisa siquiera secar la planta, como cualquiera lo comprende; si va a emplearse alguno de los sistemas de disolventes, bastará secar un poco y continuar el proceso deseado.

Para terminar, sólo añadiré lo siguiente:

Estudiada la naturaleza del tanino de la candelilla, resultó ser ácido galotánico, cosa nada sorprendente y perfectamente esperada.

Un residuo de candelilla que había sido tratada por esencia de trementina y en el cual se encontró el tanino glucosídico, se observó que por la acción de la amígdalina, se produce un olor cianico, lo que hace pensar en la existencia de alguna enzima semejante a la emulsina.

Incinerada la planta, dió 8.140% de cenizas, compuestas de:

Cloruro de Sodio. . . . .	11.30%
Sulfato de Sodio. . . . .	3.00%
Carbonato de calcio. . . . .	49.20%
Silice. . . . .	15.00%
Sales de potasio. . . . .	3.00%
Hierro. . . . .	0.64%
No dosificado. . . . .	17.86%

### P R E S U P U E S T O

Los primeros gastos de instalación serían como sigue:

Un molino de cuchillas que puede trabajar cuatro toneladas diarias. . . . .	\$ 400.00
Un motor de 1 H. P. para mover el molino. . . . .	„ 150.00
Un aparato extractor que pueda contener 500 kls. de candelilla por cada extracción. . . . .	„ 5000.00
Un aparato de ozono de 8 elementos. . . . .	„ 800.00
20 cuchillas para los cortadores de hierba. . . . .	„ 30.00
Una caldera de vapor de 10 H. P. . . . .	„ 2000.00
Mano de obra para la instalación. . . . .	„ 500.00
Gastos de material y extras. . . . .	„ 800.00
	<hr/>
	\$ 9680.00



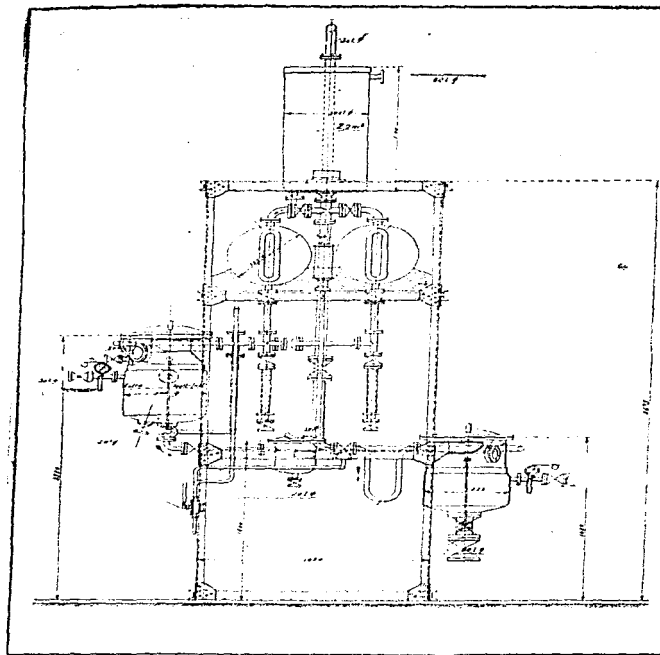


Figura 4.

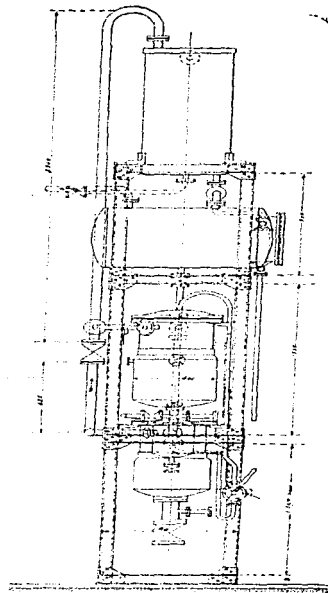


Figura 3.

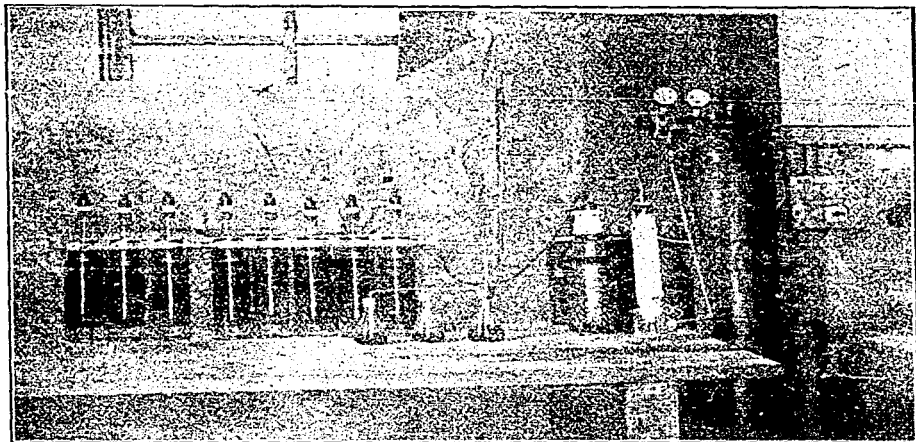


Figura 6.