

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS QUIMICAS

PREPARACION DE LA RESINA SINTETICA
DE UREA-FORMALDEHIDO

7 6 3

BENJAMIN VALADEZ GARCIA.

QUÍMICO

MEXICO, D. F.

1948.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

PREPARACION DE LA RESINA SINTETICA DE UREA-FORMALDEHIDO.

C O N T E N I D O :

- 1.- GENERALIDADES.-
- 2.- FORMACION DE LAS RESINAS SINTETICAS.-
- 3.- RESINA DE UREA-FORMALDEHICO.-
- 4.- CONTROL DE LAS MATERIAS PRIMAS QUE ENTTRAN EN SU FABRICACION.-
- 5.- FORMACION DE LA RESINA DESDE EL PUNTO DE VISTA QUIMICO.-
- 6.- PRODUCCION DE LA RESINA.-
- 7.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.-
- 8.- ANALISIS.-
- 9.- APLICACIONES.-
- 10.- CONCLUSIONES.-
- 11.- BIBLIOGRAFIA.-

1.- ~~INDUSTRIAS PLÁSTICAS~~

A partir de los últimos 20 años la Industria de la preparación de Plásticos ha venido teniendo cada día un impulso cada vez mayor en su desarrollo, debido a la gran variedad de materiales de esta naturaleza que se han venido descubriendo, en la mayoría de los casos por la necesidad de producir materiales ligeros y resistentes que puedan sustituir a los naturales, que por razón natural se van escaseando por la explotación que el hombre ha hecho, de los recursos que la Naturaleza le ha dado para sus necesidades.

Posteriormente, por el número de aplicaciones que se van viendo encontrando a estos materiales, sobre todo en la última década y especialmente durante la pasada Guerra Mundial, se ya una necesidad al uso de los Plásticos; tanto que se ha dado en llamar a esta época la "Era del Plástico".

Dentro de los Plásticos se han comprendido las llamadas "Resinas Sintéticas", por su capacidad de moldearse en todas las formas posibles e imaginables.

Se ha dado el nombre de "Resinas" a los productos sólidos de extracción de algunas plantas, los cuales son de apariencia vítrea, transparentes, duros y quebradizos, que pueden fundirse a altas temperaturas, insolubles en agua la mayoría de las veces, pero solubles en otros solventes orgánicos.

Las Resinas Sintéticas son productos de gran semejanza con las naturales, sólo que han sido producto creado por el Hombre por razones científicas.

El presente informe tiene por objeto informar al Comité de Asesoría de la Universidad de Chile sobre los resultados de la investigación realizada en el marco del proyecto de investigación "Estrategias de Marketing de las Industrias de Alimentos y Bebidas en Chile", financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) con el número de proyecto 1010001.

El presente informe tiene por objeto informar al Comité de Asesoría de la Universidad de Chile sobre los resultados de la investigación realizada en el marco del proyecto de investigación "Estrategias de Marketing de las Industrias de Alimentos y Bebidas en Chile", financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) con el número de proyecto 1010001.

El presente informe tiene por objeto informar al Comité de Asesoría de la Universidad de Chile sobre los resultados de la investigación realizada en el marco del proyecto de investigación "Estrategias de Marketing de las Industrias de Alimentos y Bebidas en Chile", financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) con el número de proyecto 1010001.

El presente informe tiene por objeto informar al Comité de Asesoría de la Universidad de Chile sobre los resultados de la investigación realizada en el marco del proyecto de investigación "Estrategias de Marketing de las Industrias de Alimentos y Bebidas en Chile", financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) con el número de proyecto 1010001.

El presente informe tiene por objeto informar al Comité de Asesoría de la Universidad de Chile sobre los resultados de la investigación realizada en el marco del proyecto de investigación "Estrategias de Marketing de las Industrias de Alimentos y Bebidas en Chile", financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) con el número de proyecto 1010001.

El presente informe tiene por objeto informar al Comité de Asesoría de la Universidad de Chile sobre los resultados de la investigación realizada en el marco del proyecto de investigación "Estrategias de Marketing de las Industrias de Alimentos y Bebidas en Chile", financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) con el número de proyecto 1010001.

El presente informe tiene por objeto informar al Comité de Asesoría de la Universidad de Chile sobre los resultados de la investigación realizada en el marco del proyecto de investigación "Estrategias de Marketing de las Industrias de Alimentos y Bebidas en Chile", financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) con el número de proyecto 1010001.

El presente informe tiene por objeto informar al Comité de Asesoría de la Universidad de Chile sobre los resultados de la investigación realizada en el marco del proyecto de investigación "Estrategias de Marketing de las Industrias de Alimentos y Bebidas en Chile", financiado por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDECYT) con el número de proyecto 1010001.

CLASIFICACION DE LOS POLIMEROS

- 1. Polimeros lineales:
 - a) Polimeros que son solubles en los solventes.
 - b) Polimeros que son insolubles en los solventes.
- 2. Polimeros que son insolubles en los solventes.
- 3. Polimeros que son solubles en los solventes.

CLASIFICACION DE LOS POLIMEROS

- 1. Polimeros que son solubles en los solventes.
- 2. Polimeros que son insolubles en los solventes.
- 3. Polimeros que son solubles en los solventes.
- 4. Polimeros que son insolubles en los solventes.

CLASIFICACION DE LOS POLIMEROS EN DOS CLASES

- 1. Polimeros que son solubles en los solventes.
- 2. Polimeros que son insolubles en los solventes.

LA RESPONSABILIDAD EN EL DERECHO DE LOS NIÑOS

Los principios de responsabilidad en el derecho de los niños se refieren a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones. La responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones.

En el derecho de los niños, la responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones. La responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones.

Como en la mayoría de los casos, la responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones. La responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones.

La responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones. La responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones.

El principio de responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones. La responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones.

En la mayoría de los casos, la responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones. La responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones.

La responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones. La responsabilidad de los niños se refiere a la capacidad de los niños de ser responsables de sus actos y de ser sujetos de derechos y obligaciones.

catalizador usado y su identificación, tanto en sus propiedades físicas como en las químicas y así podemos ver que cuando se usa, por ejemplo, un catalizador ácido, el producto de la reacción es completamente diferente que cuando se usa un catalizador alcalino.

En algunos casos también se usa la catálisis para disminuir y aun inhibir la velocidad de la reacción en cuyo caso se denomina catálisis negativa, como se llama positiva cuando la acelera.

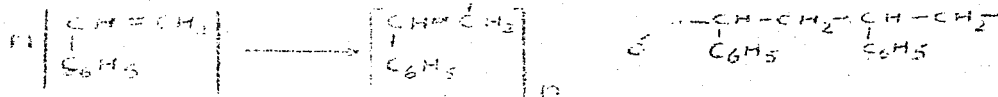
Una vez controlada la condensación, se prosigue a la Polimerización, que generalmente comienza al producto líquido, en la resina dura.

Esta reacción, es la condensación de los monómeros formados durante la condensación, dando un producto de alto peso molecular. Esto puede también ser catalizado por la catálisis, en algunos casos química, en otros física.

Como se dijo en el capítulo anterior, puede haber varias clases de Polimerización, según la naturaleza del polímero formado.

Si la Polimerización ocurre como la simple adición del monómero, sin cambio en la fórmula, entonces se llama Aditiva o Homopolimerización, como sucede en el caso del Poliestireno.

La fórmula del Estireno es C_8H_8



En la polimerización de un monómero con un catalizador condensado, a menudo se forma un copolimerización, como en el caso del Cloruro de Vinilo, con el acetato de Vinilo, que se polimerizan dando un producto de fórmula química de la forma siguiente:



Y por último al ocurrir cuando polimerizan dos compuestos copolimerizables que por el solo no pueden polimerizar rápidamente, entonces se forma heteropolimerización, como ejemplo tenemos el Estileno que por sí mismo se polimeriza débilmente, pero al ser mezclado con un monómero de un heteropolímero de fórmula:



De un momento central de la polimerización, depende el éxito en la producción de una buena resina, para todos los factores que intervienen en este punto, determinar las propiedades posteriores del producto y por lo tanto de la aplicación a que se destina.

Las resinas termoplásticas pueden fundirse después de la polimerización tantas veces como se desea para dar diversas formas, pero las de carácter termocurable, son infundibles después de la polimerización.

Una resina puede producirse en unidades variadas cuando se emplea un sistema de unidades de tipo de la polimerización y de polimerización por etapas, como en primer lugar unidades y después unidades para producir las resinas secundarias.

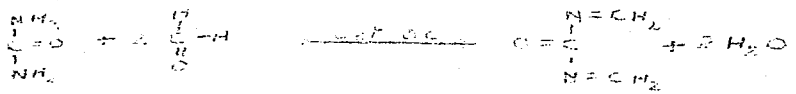
3.- FORMACIÓN DEL BARRA-FORMALDEHÍDO.

El caso particular de este estudio es la resina que produce la condensación de la Urea con el Formaldehído, que es un tipo termoe-estable, tipo "Barra-quelita".

Es un producto transparente, duro, semejante al vidrio, que polimeriza con calor y permanece indestructible.

La formación de esta resina puede efectuarse por dos caminos diferentes según la catalisis que se use para provocar la condensación de la urea con el formaldehído. Mediante catalisis ácida exclusivamente, o usando primeramente catalisis alcalina y completamente la condensación con un catalizador ácido.

En el primer caso, usando un agente ácido directamente se condensa la urea con el formaldehído dando dimetilol-urea, sólo que la condensación es lenta, habiendo necesidad de remover a menudo la mezcla para lograr la completa condensación, por un período de tiempo largo.

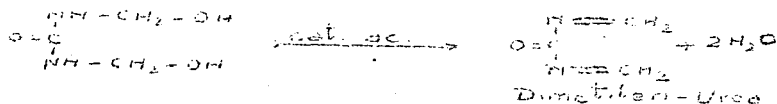
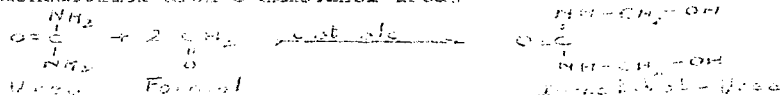


Otra manera de provocar la condensación de la urea con el formaldehído, es tratando primeramente con catalizadores alcalinos, en cuyo caso se forma primero la dimetilol-urea como producto intermedia de la reacción y sometiendo después este producto a un catalizador ácido, para evitar el NH, en cuya reacción se forma ya la dimetilol-urea, que es la polimerizable.

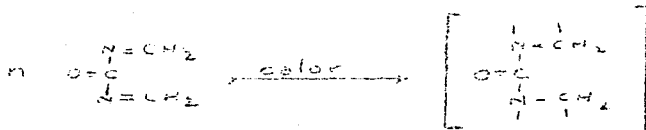
En ambos casos el producto resinoso que se obtiene es idéntico, solo-

que el catalista que se usa, la consecuencia que se esperaba mejor la condensación mediante el uso de catalista débil, seguida del uso de un catalizadora alcalino; que resulta de un ácido exclusivamente, pues en esta forma se hay necesidad de separar el producto a reacción y los productos intermedios de la reacción secundaria secundarias.

La Urea y el Formaldehído reaccionan en la proporción de 1:2, es decir 1 molécula de urea y 2 moléculas de formaldehído, eliminando durante la condensación una molécula de agua en cada sustitución, ya sea que se forme monometilol-urea o dimetilol-urea.



La polimerización a expensas de la metilencara formada al final de la condensación se efectúa por medio de un catalizador físico, que es el calor.



6.- PREPARACION DEL AC. UREAICO, QUE SE OBTIENE EN SU MANIPULACION.

1) UREA:-

La Urea es otro ejemplo de lo que ha creado la Química Sintética, se produce en grande escala en los Estados Unidos de Norteamérica y es obtenida por la reacción del anhídrido, nitró y agua, pues se obtiene por medio de la reacción del anhídrido con el CO_2 , sometidos a una presión de 50 a 100 atmósferas, en autoclaves especiales.



La Urea es una sustancia cristalina, incolora, del sistema tétragonal, que cuando es pura tiene un índice de refracción de 1.486 a 1.492 con un punto de fusión a 132.750. Se descompone a la ebullición.

Se analiza por el sistema de Kjeldahl:

Experimentación: Se toma un gramo y se hierve con ácido sulfúrico conc., 10 gr. de sulfato de potasio y 1 gr. de sulfato de cobre anhídrido, hasta que la solución sea perfectamente clara. Se deja enfriar y se le agregan 150 cc. de agua destilada. Poco a poco y con mucho cuidado, se añaden 50 cc. de una solución de 30% y algunas gotas de granulina de zinc. Inmediatamente se destila el amoníaco y se recoge en una solución de ácido sulfúrico normal que previamente se ha valorizado. Después de titular con base cáustica normal, el exceso de ácido.

El ácido de la urea se determina con la siguiente ecuación:

$$\frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$$

peso de muestra.

Esta ecuación nos da % de agua en donde:

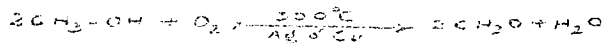
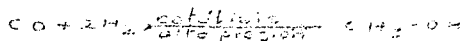
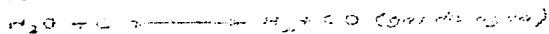
W_1 = cc. de ácido 0.1 normal.

W_2 = cc. de soda 0.1 normal.

2) FORMALDEHIDO:

Se produce en soluciones de 30 a 40% en agua.

Se fabrica por oxidación de agua y carbón, sometidos a presión y catalisis:



Se analiza por el método del H_2O_2 :

A 50 cc. de soda caústica en un erlenmeyer, se agregan 50 cc. de agua oxigenada (3% sol.) neutra y 3 cc. de la sol. de formaldehído por examinar, cuidando de agregar la muestra con la pipeta sobre la superficie de los reactivos. Se coloca un vidrio en el cuello del matraz y la mezcla se calienta por 5 minutos en baño María, agitando de vez en cuando. Después de enfriada la solución se titula el exceso de soda con ácido sulfúrico N. en presencia de indicador látano purificado. 1 cc. de Na OH N. = 0.003333 gr. de formaldehído.

3) SODA CAUSTICA:

Se obtiene en estado cristalino, por electrólisis del cloruro

de sodio o por neutralización del carbonato de sodio con hidróxido de calcio.

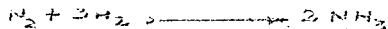


El análisis se efectúa de la siguiente manera:

Se disuelven 10 grs. en agua destilada y se añoran en un matraz de 1000 cc. Se toman 10 cc. con una pipeta y se titulan con solución valorada de 0.1 N de ácido sulfúrico, usando naranja de metilo como indicador. Los cc. de ácido gastados, se multiplican por 4 y nos dá directamente el % de peso.

4) AMONÍACO:-

Se obtiene por síntesis del nitró y se vende en soluciones acuosas al 10%.



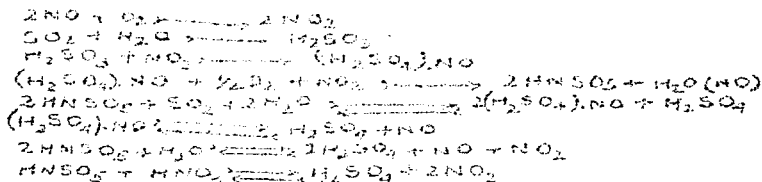
El análisis se efectúa del modo siguiente:

Se toman 10 cc. de la solución y se titulan con ácido sulfúrico 0.1 N, usando naranja de metilo como indicador. Los cc. de ácido gastados se multiplican por 0.17 y nos dá directamente % de pureza.

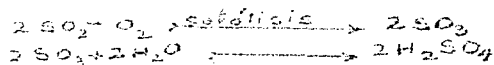
5) ACIDO SULFURICO:-

Se obtiene por contacto o por el método de las Cámaras de Plomo. Es un líquido acetoso, de densidad 1.84 cuando contiene 98% de pureza.

En el método de las Cámaras de Plomo se efectúan las siguientes reacciones:



En el método por combustión se efectúan las reacciones siguientes:



El análisis se efectúa de la siguiente manera: Se toman 100 gr. y se diluyen con agua destilada hasta agregar a 3000 cc. Se toman 10 cc. de la solución y se titulan con solución 0.1 N de soda cáustica, usando un arreglo de metilo como indicador. Los cc. gastados se multiplican por 0.98 y da directamente % de pureza del ácido sulfúrico.

5) PLASTIFICANTES:--

Casi todas las Resinas Sintéticas son quebradizas cuando han sido polimerizadas, por lo que para evitar esta propiedad se usan sustancias que las tornan más elásticas y flexibles. Estas sustancias se llaman por esta propiedad de dar mayor plasticidad, Plastificantes.

Con muchas las sustancias que con este propósito se usan en los Plásticos. Por las pequeñas cantidades en que se usan, tanto por ser fabricadas con este propósito, su análisis no es necesario.

Se usa cerca de 20,000 tan sustancias que se usan como plastificantes, pero sólo enumeramos algunas de ellas, especialmente aquellos que se usan en la resina de Formol-urea.

Acetoacetanilida para nitrato de celulosa.
 Acetofenona para nitrato de celulosa.
 Benzofenona para acetato de celulosa.
 Acetato de benzoina para acetato de celulosa.
 Oleato de butilo para etil-celulosa.
 Dibutil sebacato para urea-formaldehído.
 Glicerina para urea-formaldehído.
 Talc-arena para urea-formaldehído.

7) LLENADORES.-

Con objeto también de modificar las propiedades de las resinas, así como para abaratar sus costes, se usan sustancias que sirven de carga o relleno y que se llaman por esto llenas.

Estas sustancias no forman parte de la composición de los plásticos, pero sí modifican sus propiedades, especialmente en su dureza, ya que incrementan esta propiedad.

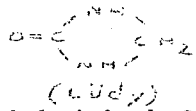
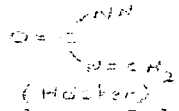
Son también muchos los que se usan, entre ellos los siguientes:

Caolín
 Bentonita
 Talco
 Sulfato de bario
 Asbesto
 Carbón
 Serrín de madera
 Celulosa
 Arena
 Silicatos
 Asfaltos

Estas sustancias se añaden a la resina, incorporándolas en polvo muy fino (300 a 500 mallas) antes de ser moldeados.

Por ser estas sustancias inertes, que sólo cumplen una función física, no se hace indispensable su análisis.

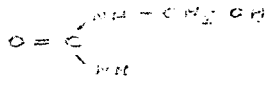
de fórmula $C_2H_4N_2O$ que es la hidilurea a la que dan una estructura diferente cada una, las que no son más que dos formas en equilibrio tautómero.



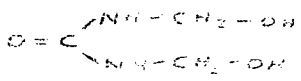
Más tarde con el desarrollo de la industria de las plásticas, se efectuó la condensación en dos pasos a los que se llamó estado "A" y estado "B".

El estado "A" de la resina es tendiente a la formación de las metilolureas, que sólo se logran cuando se efectúa la reacción con catalizador alcalino. Estas son la monometilol-urea y la dimetilol-urea, al reaccionar la urea con el formaldehído en la proporción de 1 mol. y 2 de formaldehído, según se efectuó la reacción enfriando, e calentando debido al calor de la reacción exotérmica que se efectúa.

Quando se aprovecha el calor de la reacción se obtiene la monometilol-urea de fórmula:



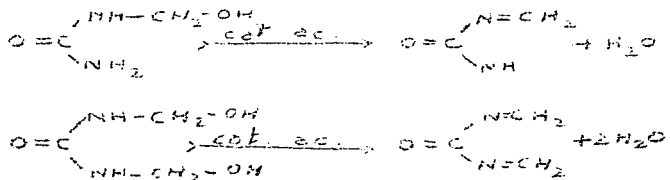
Quando se enfría mientras se desarrolla la reacción se obtiene la dimetilol-urea.



Se ha demostrado que la dimetilol-urea da resinas de mejor calidad, debido a que produce cadenas más largas en la polimerización, pues mientras que la mono metilol-urea sólo contiene un grupo alcohólico polimerizable cuando se transforma en olefinas por el cambio de PH_2 , la dimetilol-urea contiene 2 grupos alcohólicos que dan 2 dobles ligaduras y origina una...

mayer concatenación tridimensional en la polimerización.

Las metilol-ureas formadas con la catálisis alcalina, no pueden ser polimerizables siendo necesario dotar al compuesto de dobles ligaduras que con las polimerizables, entonces es necesario cambiar el pH del compuesto de alcalino a ácido, lo que transforma las metilol-ureas en metilol-ureas, al eliminar en este paso 2 mol. de agua en el caso de la dimetilol-urea y una en el caso de la mono metilol-urea.



Esta transformación de la condensación es llamado estado "B" de la resina.

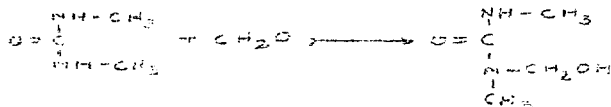
Conteniendo las dobles ligaduras polimerizables la resina es sometida a la acción de otro catalizador para efectuar la Polimerización en estado "C" de la resina. Este catalizador ya no es un agente químico, sino físico, el Calor.

Este fenómeno es la concatenación o ciclización de la metilol-ureas formadas, en este caso en arreglos tridimensionales, es decir, es que la macro-molécula formada crece en todas direcciones, hasta saturar por completo todos los átomos de carbono que contienen la doble ligadura.

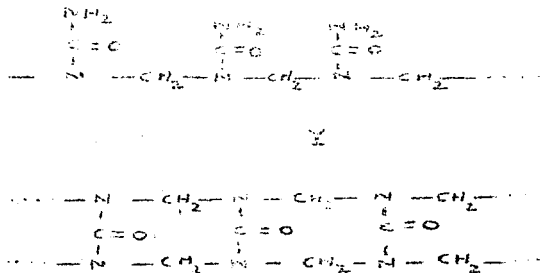
Se ha demostrado que sólo aquellos compuestos que contienen doble ligadura son polimerizables.

However demuestra que cuando una dimetil-urea reacciona con más

formaldehído, se forma una monometilol y la ciclización no ocurre, lo que demuestra que es el grupo $-NH-CH_2$ quien causa la polimerización en la α -dimetilen-urea.

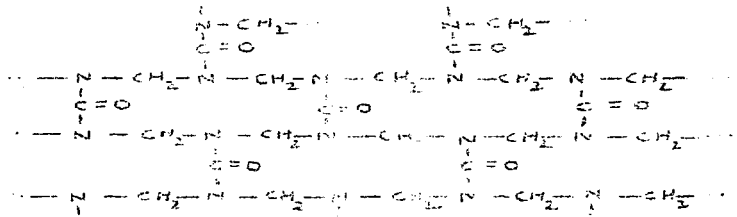


En cambio cuando se tratan varias moléculas de mono y dimetilen-urea, entonces la polimerización tiende a formar cadenas más o menos largas de acuerdo con la cantidad de calor que se les administra:

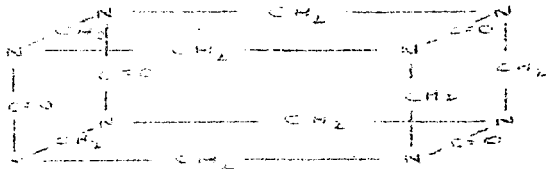


Estos arreglos moleculares no crecen en una sola dirección, sino que forman núcleos que crecen en todas direcciones a formar una macromolécula.

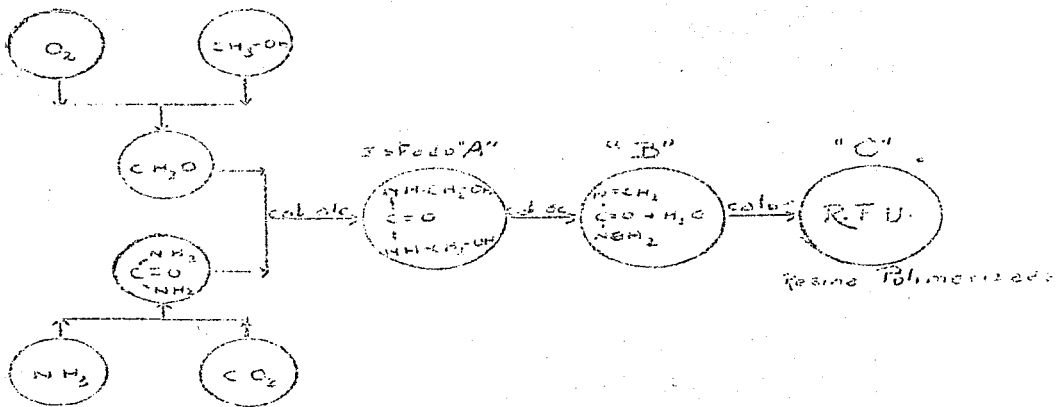
Podemos imaginar su desarrollo de la siguiente manera:



Para darnos idea del desarrollo tridimensional podemos imaginarnos el arreglo que muestra la figura.



El siguiente esquema muestra los diferentes estados de la formación de la resina.



6.- PRODUCCION DE LA RESINA.

Para la producción de esta resina he usado el procedimiento de doble catalización, tendiente a la formación de las metilol-ureas, usando catalización alcalina seguida de la formación de metileno-ureas y la subsiguiente polimerización.

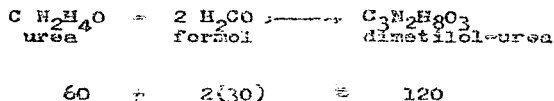
Como se ha demostrado que la dimetilol-urea es la que dá mayor polimerización entonces he tratado de eliminar la formación de monomtilol-urea.

Para lograr este objeto, es necesario eliminar la alta temperatura que ocasiona la reacción entre el formaldehído y la urea, de modo que la misma no exceda de 30°C., por lo que es menester enfriar continuamente con agitación el recipiente en que se efectúa la reacción.

El formaldehído comercial, contiene ácidos fórmico y acético, que derivan de la producción del mismo. Esta acidez provoca la formación de la dimetileno-urea que precipita en forma de polvo blanco, lo que impide la formación de la dimetilol-urea, al momento de disolver la urea en el formaldehído.

Para evitar esta formación es necesario primero neutralizar el formaldehído con sosa cáustica normal, usando feniltalaina como indicador, formando acetato y formato de sodio, que ayuda a la condensación.

Según la fórmula estequiométrica, la urea y el formaldehído reaccionan del modo siguiente:



En esta reacción el rendimiento es cuantitativo y por lo tanto se necesitan, una parte de urea y una de formaldehído para dar dos partes de dimetilolurea.

Esta proporción molecular no debe variar pues su variación, ocasiona productos defectuosos en los procesos posteriores. Ha quedado demostrado que con la variación de las cantidades, las propiedades del producto final varían enormemente y así por ejemplo, si usa mayor cantidad de urea, se obtiene un producto opaco, lechoso y de menor resistencia, y aumentando la cantidad de formaldehído, la resina se obtiene con muchas burbujas, con detrimento también de su resistencia. Siempre es preferible usar un pequeño exceso de formaldehído para completar la reacción, debido a que esta es sumamente volátil y se ocasionan pérdidas durante la condensación, por esta causa.

Una vez disuelta la urea en el formaldehído neutro, se agrega el catalizador alcalino para formar la dimetilolurea, enfriando y agitando continuamente a cada porción que se agregue de él, para que la temperatura no exceda de 30°C y evitar la formación de la monometilolurea, procurando a la vez que el PH no exceda de 8.5 ni baje de 8. El catalizador condensante que yo uso es el amoníaco, pues las sales de amonio que se forman ayudan a la polimerización y evitan que la resina precipite al ser destilada. Como, la reacción que se forma es muy violenta, hay que agregar

tar con enfriamiento durante 30 minutos y después se deja reposar durante 14 ó 16 horas para completar la reacción.

Al cabo de este tiempo se ha completado el estado "A" de la resina, es decir la formación de la dimetilol-urea. Entonces se procede a la formación de la dimetileno-urea, que es la polimerizable. Con este objeto se cambia la catalización usando un catalizador ácido, yo uso sulfúrico, por ser el industrialmente más barato.

También en esta parte, el papel más importante es el PH, pues al ser alto, no favorece la formación de la dimetileno-urea y si es bajo, ocurre polimeriza rápidamente e impide la subsecuente destilación. Entonces el PH debe mantenerse entre 5 y 6. Esta operación define el estado "B" de la resina.

DESTILACION.-

El agua tanto de las soluciones que se usan como la resultante de la formación de la dimetileno-urea debe eliminarse por una destilación al vacío, pues si ésta se efectúa a presión atmosférica, la temperatura a que ocurre, descompone la resina o la polimeriza rápidamente.

Para lograr una buena destilación se debe operar abajo de 50°C, lo que se logra con un vacío de 11 a 20 pulgadas en la Ciudad de México. A esta temperatura la destilación se defina la resina y evita una rápida polimerización. Se destila hasta obtener una solución siruposa en donde cesa la ebullición.

Con objeto de favorecer la destilación y expulsar el exceso de formaldehído no reaccionado, se agregan agentes que por su bajo punto de ebullición arrastran agua al destilar. Con este objeto se usa glicerina.

Debe procurarse que la destilación del agua sea total para obtener productos transparentes, pues el agua causa opacidad.

Cuando la destilación ha cesado, si se han mantenido las condiciones de temperatura requeridas el F.F. ha bajado aproximadamente a 3.

En este momento se agregan los plastificantes que se deseen, así como los colorantes adecuados.

POIMERIZACION.-

El endurecimiento o polimerización necesita también de catalizadores y el catalizador necesario es el Calor.

Como en todos los casos de catálisis, la temperatura debe ser controlada, pues los cambios rápidos producen polimerizaciones anormales.

Los Hornos usados para este proceso son de preferencia eléctricos por ser más controlables.

Yo he encontrado que la mejor temperatura para la polimerización es de 50°C por ser más lenta y permitir que las burbujas de aire y gases acumulados dentro de la resina se desprendan.

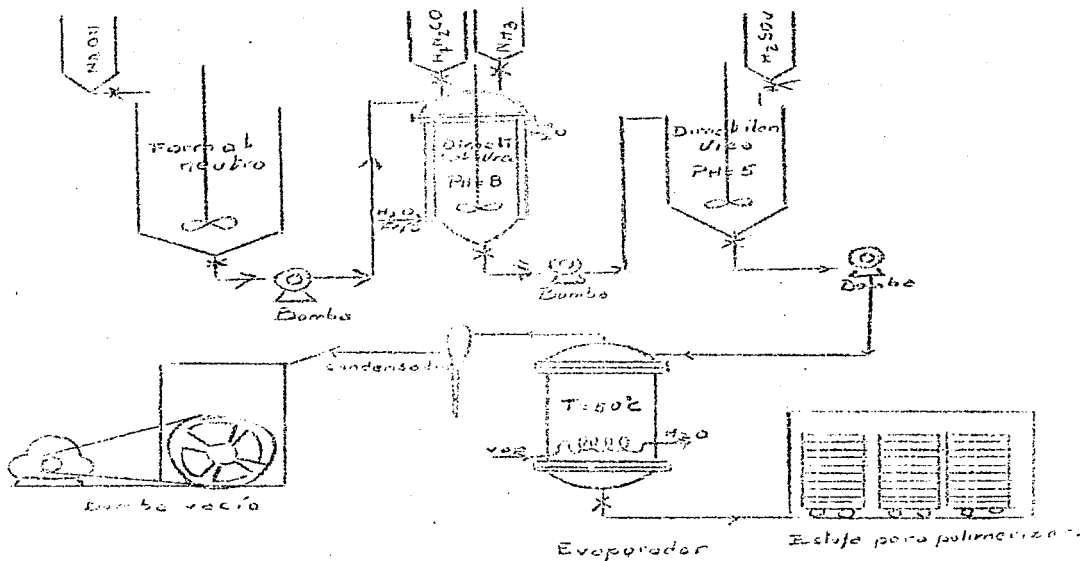
Antes que el F.F. prefieren llevar la polimerización a 80-100°C. Esto en las pruebas que he hecho, impide el desprendimiento de los gases y provoca fisuras en la resina.

El líquido siruposo que es cuando termina la destilación, va transformándose con el calor primeramente en un gel que con el tiempo va

endurece. El endurecimiento que es la manifestación de la polimerización, dura 24 horas a la temperatura de 50°C.

Se cree que la polimerización no cesa y constantemente se produce dentro de la resina.

El siguiente es un proceso esquemático de la fabricación:



7.- PROPIEDADES FISICAS Y QUIMICAS.

Si los procesos han sido llevados en forma conveniente se obtendrá un producto de las siguientes propiedades:

Peso específico..	1.45 - 1.52
Volúmen específico pulg. ³ por lb.	19.1 - 18.5
Claridad..	Traslucido a opaco.
Índice de refracción..	1.54 - 1.56
Calor específico cal/°C/gr.-	0.4
Expansión térmica..	2.5 = 3
Conductividad térmica 10 ⁻⁴ cal/seg/cm ² /°C/cm.	7.1
Punto de ablandamiento °F ₀ .	-----
Distorsión bajo calor °F ₀ .	230 - 280
Resistencia a calor continuo °F ₀ .	170
Resistencia a la tensión lb/pulg ² .	5000 - 13000
Módulo de elasticidad lb/pulg ² /10 ⁵ .	12 - 15
Resistencia a la compresión lb/pulg ² .	20000 - 35000
Resistencia a la flexión lb/pulg ² .	10000 - 16000
Resistencia al impacto pie/libra.	0.15 - 0.32 I
Dureza (Rockwell) ..	M10 - M130
Resistencia dieléctrica, 60 ciclos..	400 - 550
Constante dieléctrica, 60 ciclos..	7 " 8.75
10 ³ ciclos..	6.4 " 8.75
10 ⁶ ciclos..	6.3 " 7.75
Efecto del agua:	
Fría..	Absorbe lentamente..
Caliente..	Hirviendo marca la sup.
Absorción en 24 horas..	1 " 3
Efecto de ácidos:	
Fuertes..	Ataca la sup.
Débiles..	Resistente.
Efecto de alcalis:	
Fuertes..	Se descompone.
Débiles..	No se ataca.

Los ANÁLISIS

El análisis de la Resina, se refiere más exactamente a la determinación de sus propiedades, para establecer por comparación con los estándares cuando se trata de un producto de buena calidad.

Resinas para esta las siguientes determinaciones:

1) Peso Específico

Cualesquiera de los métodos para determinar el peso específico, siendo comúnmente, curvas para la valoración de este dato, por ejemplo con la balanza de Woz-Jolly.

2) Contenido de agua en 24 horas

En el caso de esta resina existen dos formas de absorción de agua:

Agua libre debido a la higroscopicidad y agua combinada, que resulta de la condensación de la urea con el formaldehído.

Para determinar el agua libre se pesa la resina y se pone dentro de un desecador durante 24 horas a 100°C y después se pesa nuevamente. La diferencia de peso nos da el agua contenida en la muestra y este resultado es a 100 gr., el % de agua libre.

Para la valoración del agua combinada determinamos el contenido total y restamos el resultado obtenido para agua libre. La diferencia nos da el agua combinada.

El método a seguir es el del I.I.C.O.:

250 grs. de xilitol son sometidos a reflujos en un aparato de Sterling Bidwell, para eliminar el agua contenida. Cuando se enfría el aparato se limpian y secan el condensador y el tubo de recimiento, con acetona. Se agregan 25 grs. de la resina en el matríz y se reflujan durante 3 horas en baño de aceite. El tubo receptor marca los cc. de agua que ha destilado. Esta operación da el agua total contenida en la muestra. El % lo da la relación:

$$\frac{\text{grs. de agua destilada}}{\text{peso de la muestra}} \times 100 = \% \text{ de agua total.}$$

3) Resistencia al impacto.

Esta es la medida de la resistencia a quebrarse, del plástico, cuando se le aplica un solo golpe en condiciones determinadas.

La prueba se hace haciendo golpear y quebrar la muestra con un péndulo. La amplitud del péndulo se compara después con la del mismo sin muestra que le obstruyese y mide la fuerza o energía absorbida al quebrar la muestra. Esta energía se mide en pie/lb. por romper una muestra de $1/2 \times 1/2 \times 1$ pulgadas.

Dos son los métodos para determinar esta energía, el Charpy y el Isod.

En el Charpy el péndulo rompe la barra por la mitad cuando esta es colocada en dos soportes en los extremos de ella.

El Isod la muestra se coloca verticalmente agarrada en la parte baja y el péndulo la rompe a una distancia fijada del eje del primer soporte.

4) Resistencia a la compresión.

Es la fuerza requerida para romper comprimiendo una muestra y se mide en lb/pulg².

Esta prueba es de mucho interés, pues las fallas en los plásticos generalmente no ocurren por este fenómeno, sino más bien por impacto, flexión o tensión.

5) Resistencia a la tensión.

Es la fuerza requerida para romper en tensión una muestra y se calcula en lb/pulg² de área transversal de la muestra.

Para llevar a efecto esta prueba, es necesario escoger resinas que nos garanticen una estructura sin fallas o imperfecciones.

El aparato que se usa en la determinación consta de una parte fija que tiene una apuradora en donde se fija la muestra y una parte móvil que posee también una apuradora para fijar el otro extremo del material y contiene un aparato que le imprime una velocidad uniforme que lo aleja paulatinamente del extremo fijo e imprime la fuerza de tensión. La velocidad a que camina debe ser regulada para cada resina que se sujeta a prueba.

Un mecanismo adecuado da la carga total de tensión.

El espesor de la muestra debe ser tomado con un micrómetro, con aproximaciones de 0.001 de pulg.

Se provee el aparato de un ventilador que lleve aire a una temperatura de 50°C con diferencia de 3°C y son desecadores de cloruro de calcio para impedir a la muestra que absorba humedad. La prueba debe ser

hecha en una atmósfera con 50% de humedad.

6) Resistencia a la Flexión.

Esta prueba determina la resistencia a la ruptura al combor la resina.

Se toma una muestra que tenga $1/2 \times 1/2 \times 5$ pulg. y se soporta en dos puntos. Se le aplica una fuerza en el punto medio y se va aumentando gradualmente hasta provocar la ruptura. La fuerza necesaria para producir la ruptura se convierte en Resistencia Máxima de Fibra, por medio de la fórmula:

$$S = \frac{3Fg}{2bt^2}$$

- S = Resistencia máxima de fibra.
 F = Fuerza aplicada.
 g = Distancia entre los puntos de soporte.
 b = Ancho de la muestra.
 t = Espesor de la muestra.

7) Módulo de Elasticidad.

El módulo de elasticidad es la variación del incremento de la unidad de deformación al incremento de la unidad de resistencia, dentro del límite de elasticidad. Si la deformación y resistencia son medidas progresivamente mientras se carga y quiebra el espécimen en tensión, el módulo de la elasticidad puede calcularse directamente. En la misma forma puede hacerse cuando la muestra es sometida a la flexión y el módulo puede calcularse por medio de la fórmula:

$$\text{Módulo de elasticidad} = \frac{(P_1 - P_2) L^3}{4bd^3(E_1 - E_2)}$$

o

$$\text{Módulo de elasticidad} = \frac{(P_1 - P_2) L^3}{4B(E_1 - E_2) I}$$

P = Carga en medio.
 l = Largo de la barra.
 P_1 = Carga a la desviación P_1
 P_2 = Carga a la desviación P_2
 b = Grosor de la muestra.
 d_3 = Espesor de la muestra.
 I = Momento de inercia.

La primera fórmula se usa cuando se quiebra un espécimen de $1/2 \times 1/2 \times 5$ pulg.

La segunda para aplicaciones generales de barras con carga aplicada en el centro.

8) Conductibilidad térmica.

Los plásticos son sustancias de baja conductibilidad térmica, comparadas con los metales.

Cobre.....	0.92	BTU/pulg ² /seg/°C/pulg. espesor.
Aluminio....	0.40	" " " " "
Acero.....	0.08	" " " " "
Corcho.....	0.00057	" " " " "

La conductibilidad térmica se determina por comparación con otros materiales de conductibilidad conocida, poniendo las muestras entre dos placas, de calentamiento, una y el otro de enfriamiento.

Las pruebas según A.S.T.M., se hacen con muestras de 10 x 10 pulg. y $1/8$ pulg. de espesor.

9) Distorsión bajo calor.

Prueba a).- Valoración de la tendencia a reblandecerse con el calor.

Prueba b).- Valoración de la deformación bajo carga a elevadas Temperaturas.

En la prueba a), se determina a que temperatura y cuando se aplica una fuerza de 5.5 libras, se produce una variación de 10 mils., cuando esta fuerza es aplicada en la parte media de una varilla apoyada horizontalmente en sus extremos y separados 4 pulg. uno de el otro. La varilla es de $1/8 \times 1/2 \times 5$ pulg.

La temperatura es elevada uniformemente a razón de 2° cada 2 minutos.

Al principio del valor b), es esencialmente un ensayo de fuerzas constantes paralelas. La muestra a prueba se acondiciona, si es necesario, y se coloca entre dos placas paralelas de una combinación de fuerzas constantes, observándose el cambio en espesor en un período de 24 horas, a una temperatura de 500° . La muestra es un cubo de $1/2$ pulg. de arista o una serie de láminas superpuestas que dan este cubo.

10) Resistencia al Calor.

Las resinas reaccionan diferentemente con el calor; algunas sufren distorsiones, otras se ablandan, se ablandan, etc.

Estas pruebas son efectuadas en estufas calentando o enfriando el plástico en condiciones secas o húmedas. Se va observando el cambio gradual que se opera al variar las condiciones.

11) Índice de Refracción.

Se determina con refractómetro por los métodos comunes.

La muestra se acondiciona en forma de placa de 0.5 pulg. por lado y

0.25 pulg. de espesor, puliendo una cara y uno de los lados perpendiculares a esa cara, mojada con un líquido de índice de refracción conocido.

El principal líquido usado en el caso de las baquelitas es el α -alfa bromo-naftaleno.

12) Poder Dieléctrico.

Los plásticos son muy malos conductores de la electricidad y por lo tanto son buenos dieléctricos, especialmente en corrientes de alta frecuencia.

El poder dieléctrico se define como el gradiente del voltaje que se que ocurre la falla o caída eléctrica. Se obtiene dividiendo la caída de voltaje por el espesor de la muestra entre los electrodos de prueba. Las pruebas son hechas a 50 ciclos o menos que se especifique en caso particular en la otra manera. A altas frecuencias como las de radio, la fuerza dieléctrica es por regla general muy baja.

13) Resistividad.

La resistividad de un material se define como la recíproca de la corriente pasada entre dos electrodos, puestos en caras opuestas de un trozo de material. Se mide en millones de ohms.

14) Constante Dieléctrica.

La constante dieléctrica o conductividad específica, es la variación en la capacidad de un condensador, con una sustancia dada como dieléctrico, a la capacidad del mismo en el aire o vacío como dieléctrico.

Para estas pruebas se usan unos discos del material a prueba, de 0.1 a 0.3" de espesor y 6" de diámetro.

15) Resistencia a Agentes Químicos.

El material a prueba se somete a la acción de diversas sustancias químicas, ácidos, bases, solventes a diversas concentraciones y temperaturas, por períodos de tiempo desde algunas horas hasta varios días y se van haciendo las anotaciones en las variaciones de su aspecto y composición; pérdida de peso, espesor, tamaño, etc.

16) Absorción de Agua.

Se somete el material a una saturación durante varios días, a temperatura uniforme y se da el índice en % de agua absorbida.

17) Dureza.

La dureza se da según la escala de Moh's.

Se raya el plástico con varios materiales apropiados y de dureza conocida y se determina así la dureza.

ANÁLISIS QUÍMICO.

Solamente cuando se trata de identificación de las resinas, pues generalmente bastan las pruebas físicas enunciadas, se somete a análisis químico.

En el caso de la resina de Urea-formaldehído se determina el contenido de nitrógeno en la resina para saber si se trata de urea, triac-urea o aminas u otras sustancias nitrogenadas.

Se determina generalmente por el método de KJELDAHL.

Procedimiento: Se pesa un gramo de muestra pulverizada y se hierve con 30 cc. de ácido sulfúrico conc. 10 gra de sulfato de potasio y 1 gra de sulfato de sodio sulfato. Basta que la ebullición sea perfectamente clara. Después pásase la ebullición de la ebullición 100 cc. de agua destilada fría. poco a poco se agregan la cantidad de ácido nítrico de 10 cc. de ácido sulfúrico de HNO_3 y 10 cc. de agua destilada de agua. Immediatamente se destila el ácido nítrico y se recoge en solución de ácido sulfúrico tal H_2SO_4 que previamente se ha filtrado y se titula el exceso de ácido con solución $CaCl_2$ de sosa cáustica.

Cálculo de % de agua contenida

$$\% \text{ de agua} = \frac{E_1 - E_2 \times 0.010}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$E_1 = \text{CaCl}_2 \text{ con de ácido.}$$

$$E_2 = \text{CaCl}_2 \text{ con de sosa gastada.}$$

9.- APLICACIONES.

Son inúmeras las aplicaciones que la resina de Urea-formaldehído tiene en la industria, arquitectura, ciencia, ornato, joyería, electricidad, etc.

En el día, en esta "Era del Plástico", es ya imprescindible el uso de ellos y éste se ve multiplicado por la versatilidad en sus aplicaciones, de acuerdo a las propiedades de cada uno de ellos.

La siguiente lista da una idea de los usos a que se dedica la resina de Urea-formaldehído:

EN LA ARQUITECTURA:-

- Adhesivos para triploya.
- Gomas y colas para pegar.
- Impermeabilizantes de telas y papel.
- Iluminación decorativa.
- Pinturas, lacas y barnices.
- Endurecedor y protector de maderas blandas.
- Maderas comprimidas.
- Suelos, etc.

EN LA INDUSTRIA DE AUTOMOVILES:-

- Esteros.
- Manivelas, volante.
- Adhesivos para cristal irrompible.
- Tableros y accesorios.
- Jaladeras.
- Adornos decorativos.
- Cornetas, cianens.
- Ceniceros, etc.

EN LA INDUSTRIA ELECTRICA:-

- Radio-condensadores.
- Chasis de radio.
- Socketa.
- Apagadores.
- Switches.

EN FOTOGRAFIA:-

Obturadores.
 Cámaras fotográficas (cajas)
 Soportos, trípodes.
 Papel impermeable.
 Lentes, etc.

EN ARTICULOS DE ORNATO Y JOYERIA:-

Botones.
 Broches.
 Brochadores.
 Anillos.
 Aretes.
 Brazaletes.
 Peinotes.
 Adornos para bolsillos.
 Mangos para paraguas.
 Juguetes.
 Vajillas.
 Mesas para juegos.
 Fichas para juegos.
 Ajedrés.
 Dominós.
 Bolas de billar.
 Bolas para bolicho, etc.

10.- CONCLUSIONES.

El método de doble sustitución durante la condensación, permite un control más eficaz en la producción de la Resina de Formaldehído-Glucosa.

El PH es factor esencial en la producción, pues de una deshidratación adecuada depende la calidad de la Resina.

En general, los plásticos, van sustituyendo día a día a muchos productos naturales que resultaban costosos e inapropiados, muchas veces mejorando las cualidades a que eran destinados.

Durante la pasada Guerra Mundial, los plásticos jugaron un papel determinante en la elaboración de muchos artefactos que contribuyeron a simplificar la producción, así como facilitar la transportación.

El Hombre en su afán de investigación, se enfrenta a la Naturaleza emulando lo que ella produce y superando a veces la calidad de ella, como ha sucedido con las Resinas Sintéticas, en las cuales ha avanzado grandemente y logrado mejorar las cualidades de las naturales.

Desde luego, por ser tan compleja la formación de las Resinas Sintéticas, sería necesario un estudio más profundo que amerite laboratorios especiales, con todos los equipos necesarios para la determinación de sus cualidades, ya que este estudio constituye en sí, un capítulo de la Química Orgánica Sintética.

11.- BIBLIOGRAFIA.

1.- SINTETIC RESINS.

Ellis C.

2.- HANDBOOK OF PLASTICS.

Simons M. R. y Ellis C.

3.- THE MERCK INDEX.

Merck & Co. Inc.

4.- HANDBOOK OF CHEMISTRY AND PHYSICS.

Chemical Rubber Publishing Co.

5.- QUIMICA INORGANICA.

Dr. Ephraim F.

6.- INDUSTRIAL CHEMISTRY.

Siegel E.R.

7.- TEORIA Y PRACTICA DEL ANALISIS QUIMICO MINERAL.

P. Sax E.