

01461  
2ej. 4

*IMPORTANCIA DE LA ESTRUCTURA MOLECULAR DE ACRILICOS TERMOCURABLES  
EN LA FABRICACION DE PROTESIS*

*Por*

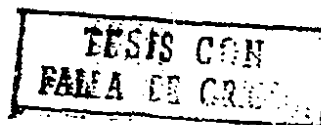
*C.D. María del Rocío Rojano Pérez*

*TESIS*

*Presentado como requisito para obtener el Grado de  
Maestría en Odontología*

*UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE ODONTOLOGIA*

*Julio de 1988*





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 está 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.

## *I N D I C E*

<i>INTRODUCCION</i> .....	<i>1</i>
<i>MATERIALES Y METODOS</i> .....	<i>18</i>
<i>RESULTADOS</i> .....	<i>54</i>
<i>DISCUSION</i> .....	<i>62</i>
<i>RESUMEN</i> .....	<i>64</i>
<i>CONCLUSIONES</i> .....	<i>66</i>
<i>BIBLIOGRAFIA</i> .....	<i>67</i>

*INDICE DE TABLAS*

<i>1. PRUEBAS DE SOLUBILIDAD PARA PMMA .....</i>	<i>20</i>
<i>2. DISTRIBUCION DE PORCENTAJES DE LOS DIVERSOS MATERIALES INSOLUBLES SEGUN EL TIEMPO DE CURADO .....</i>	<i>60</i>

## *INDICE DE ILUSTRACIONES*

<i>1. APARATO EXTRACTOR SOXHLET .....</i>	<i>24</i>
<i>2. ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO .....</i>	<i>25</i>
<i>3. ONDAS SENOIDES MODULADAS .....</i>	<i>26</i>

*INDICE DE GRAFICAS*

1.	<i>RESULTADOS DE PORCENTAJE DE MATERIAL INSOLUBLE DE HIRCOE .....</i>	<i>31</i>
2.	<i>RESULTADOS DE PORCENTAJE DE MATERIAL INSOLUBLE DE PROALON .....</i>	<i>36</i>
3.	<i>RESULTADOS DE PORCENTAJE DE MATERIAL INSOLUBLE DE ACRY-ETHYL .....</i>	<i>41</i>
4.	<i>RESULTADOS DE PORCENTAJE DE MATERIAL INSOLUBLE DE LUCITONE .....</i>	<i>46</i>
5.	<i>GRAFICA COMPARATIVA DE LUCITONE, HIRCOE, PROALON Y ACRY-ETHYL .....</i>	<i>49</i>
6.	<i>DISTRIBUCION DE PORCENTAJES DE LOS DIVER SOS MATERIALES INSOLUBLES SEGUN EL TIEM PO DE CURADO .....</i>	<i>61</i>

## INTRODUCCION:

Se atribuyen diferencias entre las sustancias de acuerdo a su estructura molecular y se intenta explicarlas cuantitativa y cualitativamente como causadas por las diferentes propiedades e interrelaciones de los elementos estructurales de la materia.

Todas las sustancias están compuestas de moléculas y todas las moléculas de una sustancia pura son idénticas, sin embargo, puede haber diferencias en las propiedades físicas de una -- misma sustancia; éstas diferencias se deben a la estructura molécular, a las relaciones de una con otra molécula en razón de su distancia o alineación, o a que forman capas de moléculas que corren unas sobre otras dando las características de flexibilidad a un sólido; las moléculas que forman cualquier sólido se mantienen unidas por las llamadas fuerzas intermoleculares que están -- determinadas por la naturaleza propia de ellas, estas fuerzas resisten la tendencia de la agitación térmica interna de romper -- los agregados moleculares, de aquí que a mayor temperatura, las moléculas tienden a separarse, la sustancia se ablanda y puede -- llegar hasta el estado líquido. (1) (2)\*.

Si las fuerzas intermoleculares son fuertes, las moléculas estarán rígidamente cimentadas entre si, como los tabiques -- de un muro y el material permanecerá sólido a temperaturas muy -- elevadas.

\*Interpretación del autor.

Estas fuerzas son comparables a la fuerza de la agitación térmica cuando no se pueden mantener las moléculas en sus lugares rígidamente, se deslizarán unas sobre otras como sucede en un líquido viscoso. (3)\*\*

### LA ARQUITECTURA CRISTALINA

Cuando una sustancia sólida está a una temperatura suficientemente baja para impedir que la agitación térmica provoque la mezcla desordenada de las moléculas, las fuerzas intermoleculares la cohesionarán de acuerdo con un patrón estructural. El material al solidificarse adquiere una forma cristalina, así por ejemplo, el cloruro de sodio cristaliza en forma de cubos regulares mientras que el agua forma agujas largas de simetría hexagonal. Prácticamente todos los sólidos excepto -- los plásticos, que deberían considerarse como líquidos superfríos, poseen una estructura cristalina aunque en muchos casos se requiere la ayuda del microscopio electrónico para comprobar esta estructura.

En cualquier sustancia sólida se puede observar con -- ayuda del microscopio electrónico, que las moléculas de una -- sustancia siguen un mismo patrón al agruparse en el estado sólido, no están empacadas sin dejar espacios entre ellas, sino

\*\* Interpretación y traducción del autor.



que existen vacíos intermoleculares que permiten, a veces, la captura de otras moléculas, de agua por ejemplo, y en otros casos la molécula de agua es incorporada a la estructura cristalina de la sustancia sólida. (4)\*\*.

En unas sustancias las moléculas están unidas con menor cohesión formando hojas monomoleculares apiladas una sobre otra pero muy sueltas, esto origina la suavidad de la sustancia sólida mientras que una gran cohesión en moléculas de cristales que se unen por fuerzas intermoleculares con grupos arriba, abajo y a los lados de la molécula producen dureza y tenacidad en la sustancia sólida, este gran número de vecinos idénticos moleculares en cristales de sólidos aparte de su gran resistencia también es la causa de su maleabilidad; cuando se golpea con un martillo un fragmento de metal, por ejemplo, las capas moleculares se deslizan una con respecto a la otra; en vez de pedazos de astilla como sucede con el vidrio, de manera que el fragmento metálico se aplana en una hoja o en una lámina.

Otro fenómeno que se observa cuando se utiliza la microscopía electrónica, de la estructura molecular de los sólidos, es que las moléculas tienen diversos tamaños (agregados moleculares) de tal manera que se puede observar en un virus cristalizado que las moléculas orgánicas son varios cientos de veces más grandes en diámetro que las moléculas de agua.

(5)\*\*

## POLIMEROS.

En el año de 1928 buscando un sustituto de la goma natural en los laboratorios DUPONT, se creó una sustancia parecida al isopreno o sea la molécula de goma natural, a esta molécula sintética se le llamó cloropreno, pero subsistía el problema de enganchar una molécula de esta sustancia a otra para imitar la gigantesca cadena enrollada de las moléculas de hule natural. Esta forma de concatenar una molécula a otra se conoce como polimerización.

Para lograr la soldadura molecular descrita se ha utilizado el calor, la presión y numerosos catalizadores, una vez obtenida esta cadena polímera se dió el primer paso en la obtención de goma sintética.

En la década de los treinta se sintetizaron nuevos polímeros, de tal manera que se pudo fabricar desde fibras tales -- como nylon o cojinetes con la dureza similar al acero.

La técnica en general es como la que se describe para el polímero llamado poliestireno, que parte de una molécula de etileno combinada con una de benceno; este compuesto llamado -- estireno se engancha con otras moléculas similares formando una molécula gigante, llamado Polímero. Estos polímeros también -- pueden unirse formando una diversidad casi infinita de tipos de

cadenas, cuando estas se unen en cantidades suficientes se convierten en un sólido. (6)\*

El polímero que se obtiene posee forma de esferas o -- perlas de un tamaño homogéneo.

La mayoría de los plásticos usados en Odontología que se presentan comercialmente en forma de polvo y líquido contienen poli (metacrilato de metilo) que ha sido modificado con el agregado de pequeñas cantidades de metacrilato de etilo o de -- butilo para obtener un polímero más blando. El polvo también contiene un iniciador tal como el peróxido de benzolilo o posiblemente azobisisobutironitrilo para iniciar la polimerización -- del monómero líquido después de que este es mezclado con el -- polvo.

Los polímeros puros, tal como el poli (metacrilato de metilo), son incoloros y pueden ser fácilmente pigmentados en un rango muy amplio de colores. Los pigmentos que se utilizan para obtener tonalidades parecidas a las de los diversos tejidos bucales son compuestos como: sulfuro mercúrico, sulfuro de cadmio, compuestos de selenio y cadmio, óxido férrico o negro de humo. Pueden éstos estar incluidos dentro de las perlas de polímero.

Además de colorantes se agregan óxidos de titanio o de

zinc como opacificadores, el de titanio es el que muestra mejores resultados. Se puede incorporar plastificantes como ftalato de dibutilo al polvo durante la polimerización o pueden --- éstos estar presentes en el monómero. Se agregan también fibras sintéticas coloreadas, como el nylon, las de poliéster, - las acrílicas, para simular vasos sanguíneos.

El agregado de fibras de vidrio y de whiskers de aluminio (zafiro) aumenta la rigidez y disminuye el coeficiente de - expansión térmica. (7) (8)\*\*\*

La especificación N° 12 para polímeros base de dentadura de la Asociación Dental Americana (ADA), enumera requisitos generales para el material antes de ser procesado, como el no - tener materiales extraños o impurezas como polvo o hilachas. - Además, la especificación indica que, (1) se debe obtener una prótesis satisfactoria al seguir las instrucciones del fabricante, (2) la superficie de la base de la prótesis debe tener un aspecto brillante al ser curado el material en contacto con papel de estaño en un molde de yeso, (3) el material una vez - curado debe ser perfectamente pulido, (4) la prótesis procesada no debe ser tóxica para una persona normal y sana, (5) el color, debe ser el que se especifique, (6) el plástico debe -- ser translúcido y (7) el plástico curado no debe evidenciar la presencia de burbujas o poros en su masa. (9) (10)\*\*

\*\*\* copia directa del autor.

## RESINAS PARA DENTADURAS.

Se han usado los plásticos para dentaduras desde 1940. Las resinas acrílicas se han escogido por su fuerza, baja absorción de agua, poca solubilidad, características estéticas - excelentes y se usan para construcción de dentaduras y reparación de las mismas.

El procesamiento de algunas resinas requiere equipo y técnicas complejas, sin embargo esto no asegura que se produzcan bases de dentadura de calidad superior. Las dentaduras hechas de copolímero vinil acrílico son más fuertes, pero no más estables en dimensión que las hechas de acrílico.

La absorción puede ser limitada porque invariablemente acompaña a la expansión de la resina. El poliestireno en combinación con vinil acrílico tiene una absorción baja para el agua, menor que las resinas acrílicas de todos tipos y clases. Sin embargo, la absorción de agua para las bases de dentadura de resina acrílica alcanza su equilibrio más o menos en 60 días.

La ligera expansión de las resinas acrílicas causada por absorción de agua, compensa en parte, el encogimiento que ocurre durante el procesado.

## RESINAS PARA REPARAR DENTADURAS CURADAS EN FRIO.

(A temperatura ambiente).

Se usan universalmente en la reparación de dentaduras, son 50% menos fuertes que las preparadas por calor, pero son usadas por dos importantes ventajas:

1.- Existe menos cambio en las dimensiones de las dentaduras reparadas por resinas curadas en frío.

2.- El proceso de reparación es simple y rápido.

Aún cuando las resinas curadas en frío se tratan a temperatura ordinaria, es sabido que la fuerza y densidad mejoran en algunos de estos materiales cuando se curan a temperatura y presión de 50°C y 50psi. (11)\*

## RESINAS DE OBTURACION DIRECTA

(Cambios en las dimensiones resultantes del encogimiento por polimerización y absorción de agua.)

El metil metacrilato es un monómero que se encoge --- aproximadamente el 21% de su volumen durante la polimerización. Las resinas de obturación directa la sustancia mencionada y su

método de colocación, requiere que se polimerice en una cavidad, es de importancia el conocimiento preciso de los cambios de dimensión.

Investigaciones recientes han encontrado que el encogimiento no es uniforme sino que ocurre en mayor proporción en lo que se conoce como lagos de encogimiento, que se observan en muestras más voluminosas.

Parte del encogimiento resultante de la polimerización, se compensa más tarde por la expansión producida por la absorción de agua, sin embargo este fenómeno es difícil de medir, porque la cantidad de agua que se absorbe es pequeña y por otro lado el experimento dura de 15 a 20 días y parte del agua se evapora.

El encogimiento es aproximadamente 4 veces el del cemento de silicato, el cual, tiene un encogimiento de 2% cuando se somete a las mismas condiciones.

Si no se somete a alguna fuerza la resina de obturación directa se expande igualmente en todas direcciones como resultado de la absorción.

La cantidad de expansión varía del 0.3 al 0.5% en sentido lineal, o del 1.0 al 1.5% en el volumen.

Cuando se somete a una fuerza, el resultado es una contracción en una dirección solamente. (12)\*\*

#### MAGNITUD DE LOS CAMBIOS DIMENSIONALES DE LA RESINA ACRILICA.

Los materiales dentales para Prostodoncia deben ser -- adecuados para producir una impresión exacta, porque al prepararse con 24 horas de anticipación, la resina acrílica puede -- encogerse un 7%. Los autores que han medido el acortamiento -- de la resina acrílica autopolimerizada, encontraron que el encogimiento de un día es de magnitud suficiente para ser significativo. Algunos autores sugieren que el tiempo de trabajo -- se podrá acortar a un período aproximado de 24 horas cuando -- se usen métodos de curar convencionales.

Los resultados están de acuerdo con las indicaciones -- de que las resinas autopolimerizadas para cubeta no deben usar se el mismo día que se preparan, generalmente se les debe permitir (curarse) encoger, por período de 9 a 15 horas para que tengan una estabilidad clínica aceptable. Sin embargo, se ha encontrado que la magnitud del encogimiento se ha reducido considerablemente en algunas de las nuevas resinas acrílicas para cubeta. (13)\*\*



## EFFECTOS DEL TIEMPO Y TEMPERATURA EN LA POLIMERIZACION DE RESINA.

De el estudio de un sólo material producido en forma conocida, pueden derivarse las conclusiones que se aplican de manera general a todas las resinas de metacrilato que se utilizan para bases de dentaduras:

1.- Una resina de metacrilato no plastificada y polimerizada para base de dentadura, después de dos semanas en agua a la temperatura del cuerpo, tiene un cambio en su dimensión lineal del orden de 0.1%, cuando no se le aplica la corrección por la expansión térmica correspondiente del molde de metal, durante el curado; este ha permanecido estable por un período de 19 meses.

Las potencialidades del material deben ponerse en evidencia, sin embargo c/paso en la técnica de hacer una dentadura desde la impresión y el uso de cada material accesorio -- debe ser de similar exactitud.

2.- En vista de que el grado de polimerización está en función de tiempo y temperatura con que se procesa la resina, se ha demostrado que un efectivo ciclo de curado debe tomar en cuenta la masa y forma de la muestra, la temperatura del ambiente y la temperatura de la propia muestra.

3.- El tamaño de una muestra curada, es un factor en la polimerización y de la fuerza obtenida en muestras transversas - se cree que la especificación debe definir las dimensiones de una muestra de la cual se van a cortar las piezas de prueba, a fin - de que se obtengan resultados uniformes del mismo material. (14)\*\*

#### LA POROSIDAD EN RESINAS ACRILICAS TERMOCURABLES.

En un intento de ahorrar tiempo en el proceso de curado del poli-metil-metacrilato, que es una resina que puede ser empaquetada en un frasco y procesada inmediatamente en agua hirviendo en solamente 20 minutos. Usando esta resina se reduce el término de procesamiento y se puede reducir el tiempo de fabricación de la prótesis hasta en un día. Además estudios recientes han demostrado que esta resina produce en forma significativa - menos distorsión que el poli-metil-metacrilato procesado por -- los métodos convencionales de curado.

El propósito de ese estudio, fue determinar si esta nueva resina termocurada, muestra tendencias a incrementar la producción de porosidad.

La resina acrílica que se desarrolló por el proceso de hervido, durante 20 minutos en agua, fue comparada con la resina acrílica procesada por calor con los métodos convencionales, la

cual cuando se siguen las instrucciones del fabricante, no --- muestra porosidad en la resina convencional, en una anchura ma yor de 19.5mm. La resina hervible desarrolló porosidad en -- grosores de 6mm. y más. La porosidad se incrementó con el aumento del grosor. Las resinas hervibles no deben usarse en -- prótesis definitivas o aquellas que requieren un grosor de la resina acrílica que se aproxime a los 6mm. (15) (16)\*\*

#### FRECUENCIA EN QUE OCURRE LA POROSIDAD EN UNA RESINA BASE DE DENTADURA TERMOCURABLE (METIL METACRILATO).

La porosidad en una base de dentadura hecha con resina acrílica se atribuye a la presencia de monómero pues este causa tres efectos principales:

- 1.- Porosidad
- 2.- Cambio dimensional al dejar de actuar la fuerza.
- 3.- Decremento de las propiedades físicas.

Las dos últimas pueden verse reforzadas en presencia de la porosidad, se ha demostrado que la fuerza ténsil de las muestras porosas tienen un sexto o un octavo menos que las --- muestras no porosas o densas.

La preocupación de, porqué las bases de dentaduras --- sean porosas se debe a que puedan albergar microorganismos o -

retener líquidos, tan es así que la Academia de Prótesis Dental establece que una dentadura higiénicamente aceptable no -- debe ser porosa porque ésta afecta la resistencia del material en cuanto a que se manche o cambie el color, a la presencia de cálculos y otras sustancias adherentes, independientemente de que son fácilmente contaminables.

Después de muchos años de uso de metacrilato de metilo como base de dentadura, la porosidad persiste como un defecto del proceso. Los resultados de estudios al respecto, indican que los factores responsables para la producción de porosidad han sido más activos en las secciones gruesas del material base de dentadura (metil metacrilato) que las secciones delgadas.

Parece ser también que los intentos previos de relacionar el tamaño de los huecos con el mecanismo de generación de la porosidad no muestra una precisa y constante relación. Los resultados de investigaciones en este campo han mostrado que es muy raro aislar una sola causa o factor responsable de que se produzca porosidad basada en forma, tamaño, concentración y posición de los huecos, como se ha sostenido frecuentemente en algunos trabajos, por lo que se concluye que la porosidad en las resinas de metacrilato de metilo como base de dentaduras es un fenómeno complejo de origen multifactorial. ---

## REDUCCION DE LA POROSIDAD Y SU EFECTO ASOCIADO EN LA DIAMETRAL TENSIL DE LAS RESINAS ACRILICAS ACTIVADAS.

Los materiales de resinas acrílicas activadas tienen aplicaciones en odontología como base de las dentaduras, resinas para preparar dentaduras y cubetas ordinarias.

Dependiendo de las condiciones de curado se ha observado una porosidad superior al 11% asociado con el decremento de propiedades mecánicas y efectos estéticos de poco resultado. La porosidad se ha atribuido a una gran variedad de factores incluyendo al aire captado durante el mezclado, o la contracción del monómero durante la polimerización y a la vaporización del monómero asociado a la reacción exotérmica.

También se ha demostrado que un incremento en las presiones de curado hace decrecer la porosidad de las resinas acrílicas.

Se han encontrado diferencias en las propiedades de las resinas acrílicas, tales como viscosidad, amasado y el tiempo de trabajo a menudo afectado por la concentración del monómero, el tamaño de las partículas del polvo y su distribución.

Algunos investigadores han reportado que las resinas acrílicas de vaciado, clínicamente son más aceptables cuando

se usan partículas de polímero grandes y pequeñas, se observó una mezcla fluida con una separación mínima de burbujas del polímero y del monómero, lo que es un fenómeno que se observa muy raramente cuando se usan mezclas de partículas de un mismo tamaño.

Algunos investigadores han demostrado que estas mezclas de resina acrílica se obtienen con propiedades adecuadas de manejo clínico con una alta proporción de mezcla de polvo y líquido, conteniendo menos monómero. Esto ha sido posible alterando el tamaño de las partículas en la mezcla a fin de acomodar una cantidad decreciente de monómero. Se sostuvo teóricamente que este procedimiento permitía una eficiente interacción de las partículas y por lo tanto impedía la formación de poros.

Por supuesto, que como se comprenderá, evaluar todas las características de las prótesis dentales, constituye una labor de investigación multidisciplinaria y variada que no puede realizarse a través del trabajo de un solo investigador. (18)\*

Por lo tanto, en este trabajo se trató de estudiar como afecta al entrecruzamiento de las moléculas el tiempo de curado, dando como consecuencia la porosidad del material acrílico, habida cuenta de que los poros son macroestructuras

si se comparan con los espacios intermoleculares, pero por -- sus dimensiones son susceptibles de alojar gérmenes patógenos; por lo que el estudio de la formación, frecuencia y dimensiones de los poros, puede ser de interés si se correlaciona con la incidencia de algunos estados morbosos de localización --- oral constituyendo esto una contribución al mayor conocimiento de la Patología desde el punto de vista de la Odontología general y en particular de la Prostodoncia.

## M A T E R I A L E S

18

1.- Se utilizarán 4 diferentes marcas de resina de polimerización por calor.

<u>RESINA</u>	<u>FABRICANTE</u>	<u>PROCEDENCIA</u>	<u>TIPO</u>	<u>INSTRUCTIVO</u>
PROALON	DIENES ACRILICOS MEXICANOS	NACIONAL *	NO TRAE	NO
ACRIMIN	MONSANTO	NACIONAL *	NO TRAE	NO
LUCITONE	DENTSPLY	EXTRANJERA	I	SI
HIR COE	COE LABORATORIES INS.	EXTRANJERA	I	SI

- 2.- Equipo para confeccionar muestras.
- 3.- Máquina universal de pruebas.
- 4.- Equipo Soxhlet.
- 5.- Balanza analítica.
- 6.- Campana de deshidratación
- 7.- Espectro-fotómetro infrarrojo
- 8.- Máquina pastilladora.
- 9.- Cartucho de celulosa.
- 10.- Cloroformo (disolvente).
- 11.- Tubos de ensayo.
- 12.- Gradillas para tubos de ensayo
- 13.- Cajas de Petri.

\* No se tiene información de que se elabore directamente por el mismo fabricante; posiblemente es adquirida a granel por una empresa extranjera.





PRUEBAS DE SOLUBILIDAD PARA PMMA

MUESTRA	TETRAHIDROFU RANO T H F	METIL ETIL CETONA M E K	TOLUENO	CLOROFORMO	TETRACLORURO DE CARBONO CCL 4	ACETATO DE ETILO	ETANOL	ACETONA
1 CURADO CONVENCIO- NAL A LAS 12:00 horas	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE
	SOLUBLE *	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE *
1 HORA DE CURADO 1 HORA DESPUES	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE
	SOLUBLE *	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE *
2 HRS DE CURADO 1 HORA DESPUES	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE
	SOLUBLE *	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE *
3 HORAS DE CURADO 1 HORA DESPUES	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE
	SOLUBLE *	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE *
4 HORAS DE CURADO 1 HORA DESPUES	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE
	SOLUBLE *	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE *
5 HORAS DE CURADO 1 HORA DESPUES	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE
	SOLUBLE *	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE *
6 HORAS DE CURADO 1 HORA DESPUES	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE
	SOLUBLE *	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE *
7 HORAS DE CURADO 1 HORA DESPUES	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE	INSOLUBLE
	SOLUBLE *	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE	INSOLUBLE	SOLUBLE *	INSOLUBLE	SOLUBLE *

\* POLIMERO HINCHADO Y FORMA UN LIQUIDO VISCOSO (AL AGITARLO SE HOMOGENIZA)

**TIEMPO DE CURADO:**

MUESTRA SIN CURADO  
MUESTRA DE 1/2 HORA  
MUESTRA DE 1 HORA  
MUESTRA DE 1 1/2 HORA  
MUESTRA DE 2 HORAS  
MUESTRA DE 3 HORAS  
MUESTRA DE 4 HORAS  
MUESTRA DE 5 HORAS  
MUESTRA DE 6 HORAS  
MUESTRA DE 7 HORAS

La muestra original se fragmenta en pequeños cubos de --  
aproximadamente .5 X .5 X .5 mm., colocándose después en el ---  
equipo SOXHLET para su extracción con cloroformo durante 3 1/2  
horas.

El equipo consta de un matraz redondo conteniendo el --  
disolvente extractor, esta equipado con un extractor SOXHLET y  
su refrigerante de condensación. El sólido por extraer se colo  
ca en un cartucho poroso y se introduce al extractor. El disol  
vente del matraz hierve, los vapores suben por el tubo ancho y  
se condensan en el refrigerante, de donde el líquido condensado  
gotea sobre el cartucho que contiene el material que se está --  
extrayendo. Cuando ha caído suficiente líquido en el depósito  
del cartucho, por el principio de los vasos comunicantes, tam--

bién se ha llenado la rama interior del tubo delgado en "U", -- con lo que finalmente se formo un sifón que hace regresar el líquido al matraz de destilación. Ahí el disolvente vuelve a evaporarse, condensarse en el refrigerante, llenar el depósito del cartucho extrayendo la sustancia y sifoneando al matraz hasta -- que todo el material soluble ha sido extraído del sólido y concentrado en la solución. (18)\*\*\*

Las extracciones con equipo SOXHLET están indicadas -- para pequeñas cantidades de sólidos por cuestiones de operación. (19)\*

Una vez que se tiene la extracción completa de la parte soluble e insoluble, se procede a utilizar el espectrofotómetro infrarrojo, se ha escogido este procedimiento porque sus espectros tienen un alto grado de especificidad, superior a otros métodos analíticos. Esta especificidad ha encontrado particular aplicación al análisis de mezclas y compuestos orgánicos estrechamente relacionados. En particular se ha tomado en cuenta -- este método porque la espectroscopía convencional se puede denominar de dominio de frecuencia, ya que los datos de la magnitud de la frecuencia radiante, se registran en función de la frecuencia de la radiación (o la longitud de onda, que es inversamente proporcional a ésta). (20)\*

La forma en que opera el espectrofotómetro se puede re-

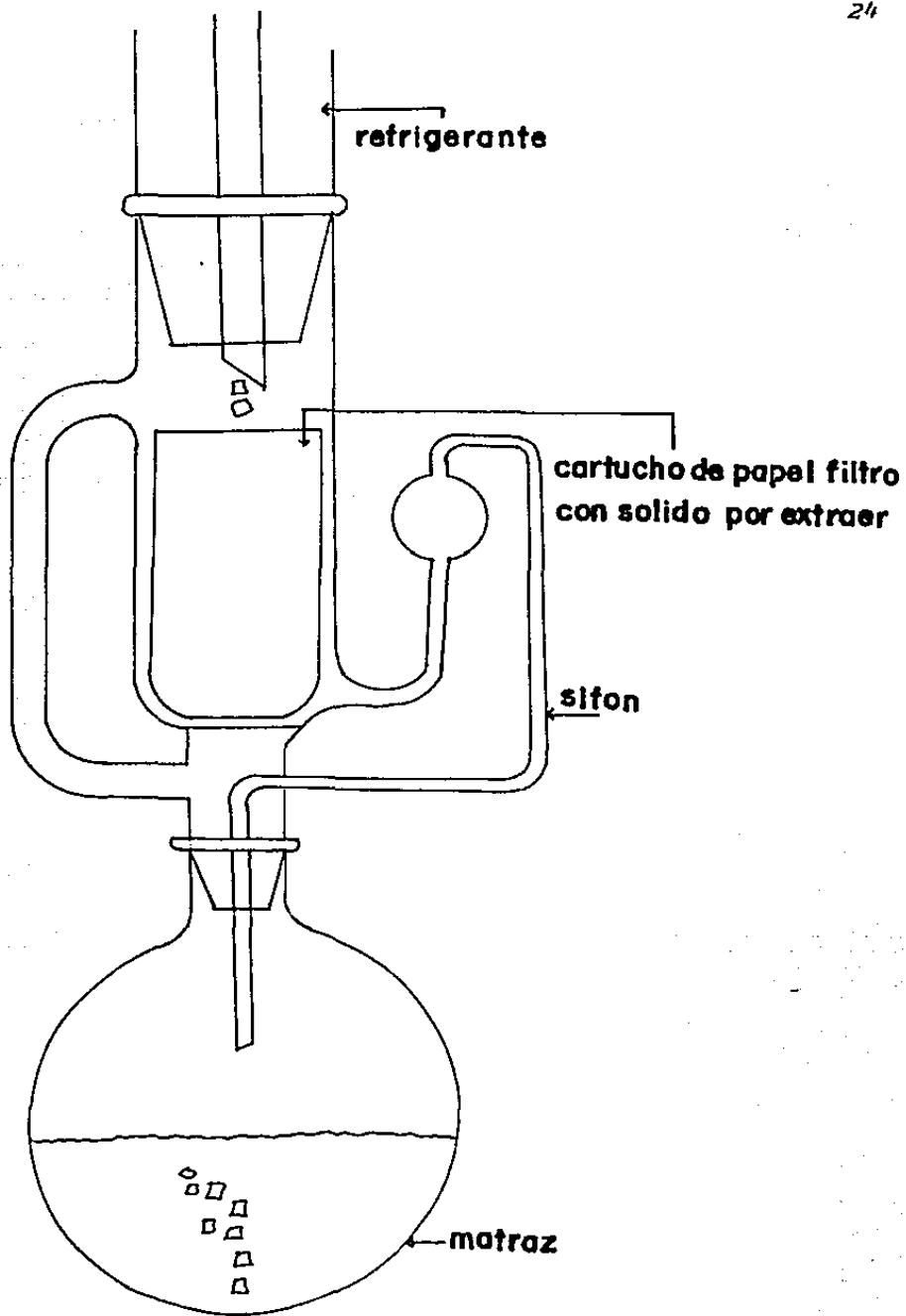
sumir de la siguiente manera:

Una vez encendida la fuente de radiación infrarroja y -- el laser se deja unos 10 minutos a que se estabilice, se monta en la celda la película obtenida y se inicia la medición, obteniéndose un espectro infrarrojo de la película analizada.

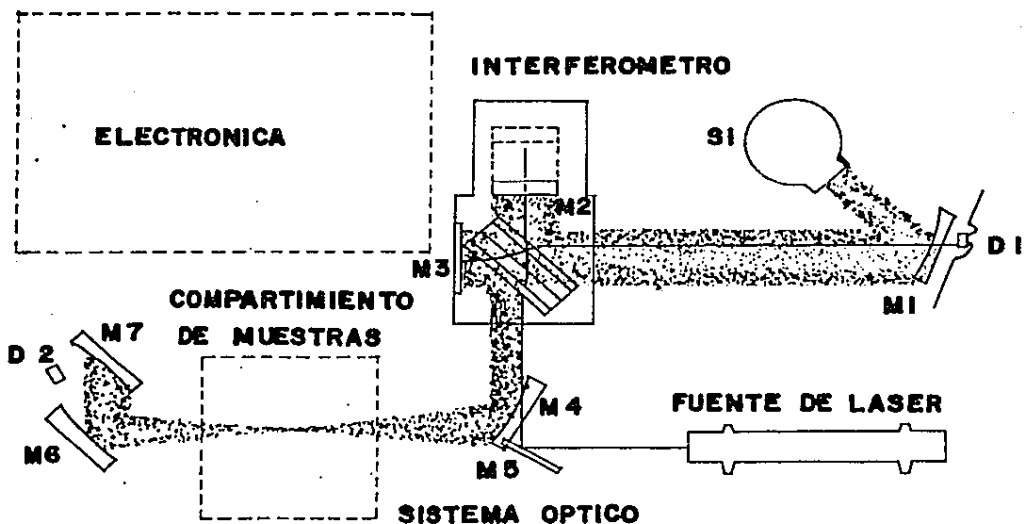
La luz que proviene de la lámpara es reflejada en un espejo curvo para tener un haz concentrado, luego se refleja en un espejo plano y pasa por una hendidura viable en la que se selecciona la cantidad de radiación deseada. Después, la luz incide en la parte superior del llamado espejo colimador, que envía el haz a un prisma de Littrow que actúa como monocromador y envía la luz ya monocromática a la parte inferior del espejo colimador, de donde es reflejada a la celda de muestras y al detector, que en este caso es un fototubo. (21)\*

# APARATO EXTRACTOR SOXHLET

24

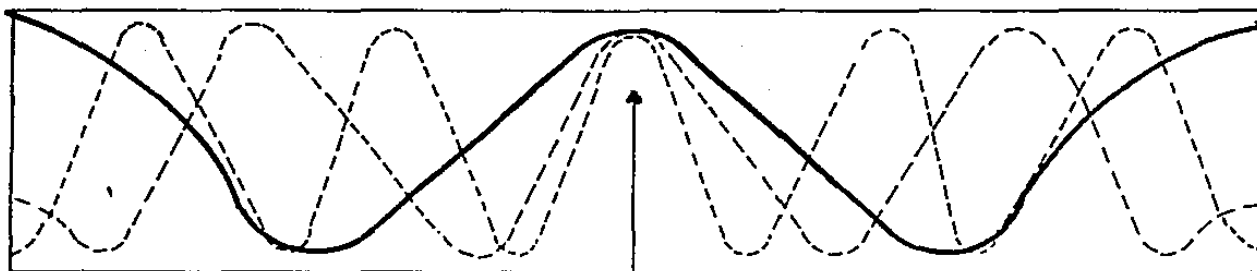


## ESPECTROFOTOMETRO INFRARROJO



- **D1** Detector del laser
- **D2** Detector del infrarrojo
- **M1** Espejo concavo para el detector del laser
- **M2** Espejo plano, movable
- **M3** Espejo plano, fijo
- **M4** Espejo concavo para dirigir el laser
- **M5** Espejo fijo para el laser
- **M6** Espejo concavo
- **M7** Espejo concavo
- **S1** Fuente de luz infrarroja

ONDAS SENOIDES



ZPD

TRES ONDAS SENOIDES MODULADAS



RESULTADOS OBTENIDOS DE CADA UNA DE LAS MUESTRAS DE HIRCOE.

SIN CURADO

PESOS DE LAS MUESTRAS:

muestra	0.5775 gramos
cartucho vacio	2.5754 gramos
cartucho más muestra extraída	2.5812 gramos
muestra extraída	0.0058 gramos
infrarrojo	0.6097 gramos

RESULTADO: 1.0043 % DE MATERIAL INSOLUBLE

1/2 HORA DE CURADO

muestra	0.4118 gramos
cartucho vacio	2.0400 gramos
cartucho más muestra extraída	2.2565 gramos
muestra extraída	0.2165 gramos
infrarrojo	0.4357 gramos

RESULTADO: 52.57 % DE MATERIAL INSOLUBLE

1 HORA DE CURADO

muestra	0.3788 gramos
cartucho vacio	2.3034 gramos
cartucho más muestra extraída	2.5323 gramos
muestra extraída	0.2189 gramos
infrarrojo	0.3792 gramos

RESULTADO: 60.43 % DE MATERIAL INSOLUBLE

1 1/2 HORA DE CURADO

muestra	0.4038 gramos
cartucho vacio	2.1546 gramos
cartucho más muestra extraída	2.4262 gramos
muestra extraída	0.2716 gramos
infrarrojo	0.4054 gramos
RESULTADO:	67.26 % DE MATERIAL INSOLUBLE

2 HORAS DE CURADO

muestra	0.3841 gramos
cartucho vacio	2.5296 gramos
cartucho más muestra extraída	2.7981 gramos
muestra extraída	0.2685 gramos
infrarrojo	0.5792 gramos
RESULTADO:	69.90 % DE MATERIAL INSOLUBLE

3 HORAS DE CURADO:

muestra	0.5046 gramos
cartucho vacio	2.2472 gramos
cartucho más muestra extraída	2.6069 gramos
muestra extraída	0.3597 gramos
infrarrojo	0.5532 gramos
RESULTADO:	71.28 % DE MATERIAL INSOLUBLE

4 HORAS DE CURADO

muestra	0.5033 gramos
cartucho vacío	2.2583 gramos
cartucho más muestra extraída	2.6217 gramos
muestra extraída	0.3634 gramos
infrarrojo	0.5494 gramos
RESULTADO:	72.20 % DE MATERIAL INSOLUBLE

5 HORAS DE CURADO:

muestra	0.5685 gramos
cartucho vacío	2.5717 gramos
cartucho más muestra extraída	3.0849 gramos
muestra extraída	0.4132 gramos
infrarrojo	0.5288 gramos
RESULTADO:	72.68 % DE MATERIAL INSOLUBLE

6 HORAS DE CURADO

muestra	0.3852 gramos
cartucho vacío	2.3546 gramos
cartucho más muestra extraída	2.6343 gramos
muestra extraída	0.2797 gramos
infrarrojo	0.4268 gramos
RESULTADO:	72.61 % DE MATERIAL INSOLUBLE

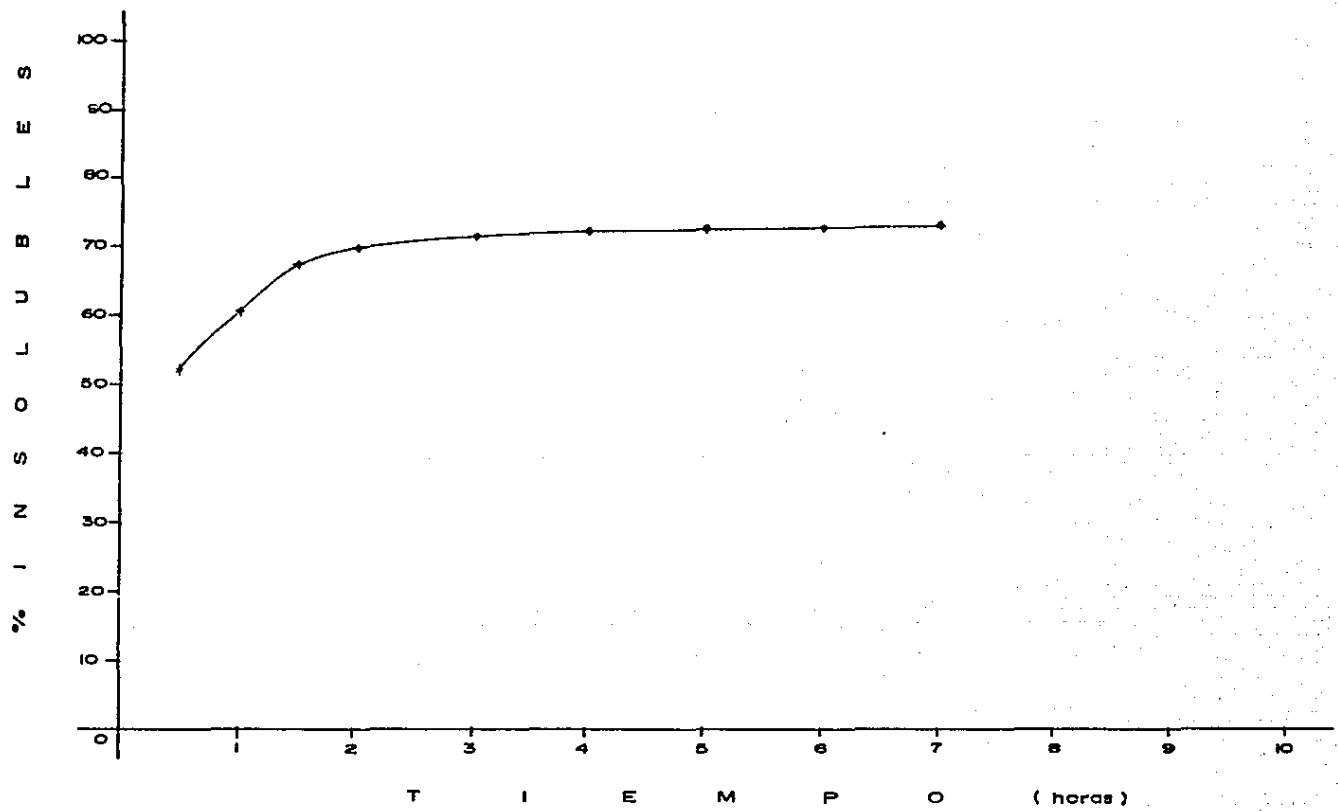
7 HORAS DE CURADO

muestra	0.4504 gramos
cartucho vacío	2.1577 gramos
cartucho más muestra extraída	2.4863 gramos
muestra extraída	0.3286 gramos
infrarrojo	0.5231 gramos
RESULTADO:	72.96 % DE MATERIAL INSOLUBLE

A continuación se presenta la gráfica obtenida de las -  
muestras de HIRCOE, representando cada punto un porcentaje de --  
material insoluble de acuerdo al tiempo de curado.

HIRCOE

GRAFICA QUE MUESTRA LOS RESULTADOS DE % DE MATERIAL INSOLUBLE



Utilizando el mismo equipo y procedimientos anteriores se hacen 21 muestras, 7 de 3 diferentes tipos de resina termocurable, empezando como sigue: Proalón, Acry ethil y Lucitone - 199.

- MARCA COMERCIAL	PROALON
- PESO DEL POLVO	4 GRAMOS
- LIQUIDO	3 MILILITROS
- TIEMPO DE MEZCLADO	5 MINUTOS
- LIBRAS DE PRESION	57 KILOGRAMOS
- FORMA DE LA MUESTRA	RECTANGULAR
- PESO	2 GRAMOS
- DIMENSIONES DE LA MUESTRA	3 CENTIMETROS DE LARGO 1 CENTIMETRO DE ANCHO 7 MILIMETROS DE ESPESOR

- TIEMPO DE CURADO:

muestra sin curado

muestra de 1/2 hora

muestra de 1 hora

muestra de 1 1/2 hora

muestra de 2 horas

muestra de 3 horas

muestra de 4 horas

MUESTRA PROALONSIN CURADOPESOS DE LAS MUESTRAS

muestra	0.4310 gramos
cartucho vacio	2.3356 gramos
cartucho más muestra extraída	2.3515 gramos
muestra extraída	0.0159 gramos
infrarrojo	0.4960 gramos
RESULTADO:	3.698 % DE MATERIAL INSOLUBLE

1/2 HORA DE CURADO

muestra	0.4070 gramos
cartucho vacio	2.2379 gramos
cartucho más muestra extraída	2.2551 gramos
muestra extraída	0.0172 gramos
infrarrojo	0.4389 gramos
RESULTADO:	4.226 % DE MATERIAL INSOLUBLE

1 HORA DE CURADO

muestra	0.3382 gramos
cartucho vacio	2.0442 gramos
cartucho más muestra extraída	2.0627 gramos
muestra extraída	0.0185 gramos
infrarrojo	0.4683 gramos
RESULTADO:	5.47 % DE MATERIAL INSOLUBLE

1 1/2 HORA DE CURADO

muestra	0.3053 gramos
cartucho vacio	2.0378 gramos
cartucho más muestra extraída	2.0641 gramos
muestra extraída	0.0263 gramos
infrarrojo	0.3118 gramos
RESULTADO:	8.606 % DE MATERIAL INSOLUBLE

2 HORAS DE CURADO

muestra	0.3130 gramos
cartucho vacio	2.3709 gramos
cartucho más muestra extraída	2.4006 gramos
muestra extraída	0.0297 gramos
infrarrojo	0.3130 gramos
RESULTADO:	9.489 % DE MATERIAL INSOLUBLE

3 HORAS DE CURADO

muestra	0.4625 gramos
cartucho vacio	2.1441 gramos
cartucho más muestra extraída	2.1931 gramos
muestra extraída	0.0490 gramos
infrarrojo	0.4042 gramos
RESULTADO:	10.595 % DE MATERIAL INSOLUBLE

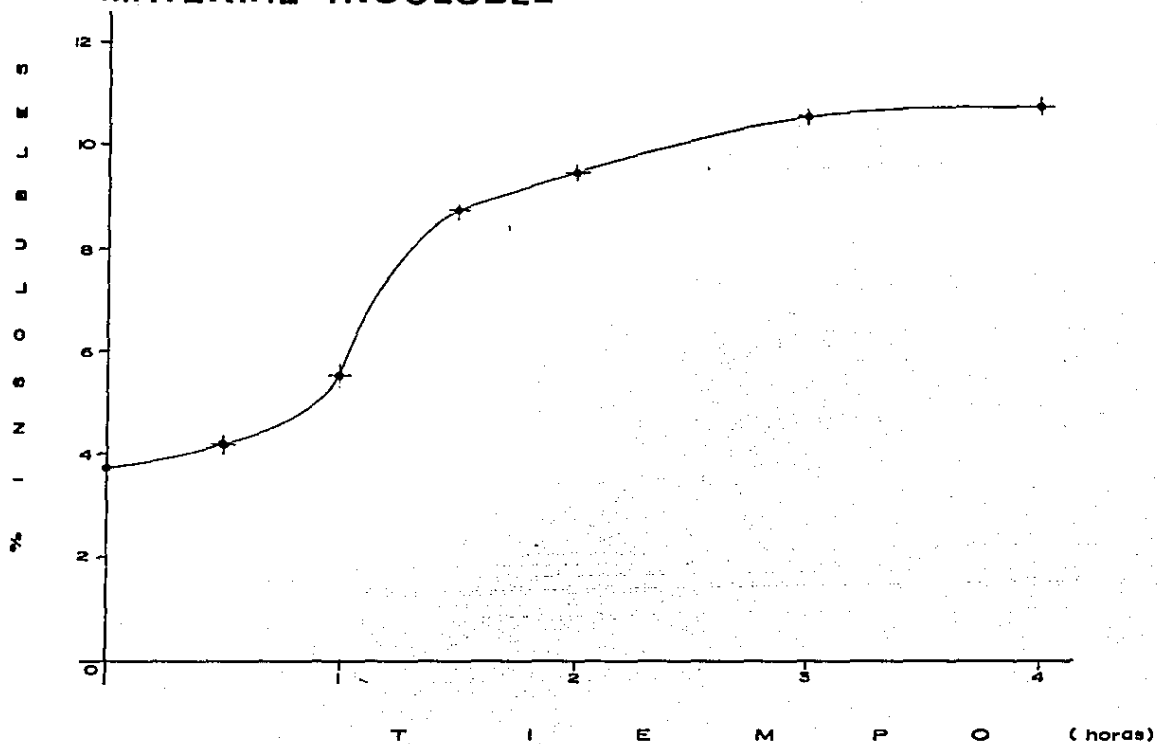


4 HORAS DE CURADO

muestra	0.3242 gramos
cartucho vacio	2.4573 gramos
cartucho más muestra extraída	2.4922 gramos
muestra extraída	0.0349 gramos
infrarrojo	0.3605 gramos
RESULTADO:	10.765 % DE MATERIAL INSOLUBLE

La gráfica obtenida de los resultados de porcentajes de material insoluble, para las muestras de PROALON, se muestran a continuación:

**PROALON**  
**GRAFICA QUE MUESTRA LOS RESULTADOS DE % DE**  
**MATERIAL INSOLUBLE**



- MARCA COMERCIAL	ACRY-ATHIL
- PESO DEL POLVO	4 GRAMOS
- LIQUIDO	3 MILILITROS
- TIEMPO DE MEZCLADO	5 MINUTOS
- LIBRAS DE PRESION	57 KILOGRAMOS
- FORMA DE MUESTRA	RECTANGULAR
- PESO	2 GRAMOS
- DIMENSIONES DE LA MUESTRA	3 CENTIMETROS DE LARGO 1 CENTRIMETRO DE ANCHO .7 MM. DE ESPESOR

- TIEMPO DE CURADO:

muestra sin curado  
muestra de 1/2 hora  
muestra de 1 hora  
muestra 1 1/2 hora  
muestra de 2 horas  
muestra de 3 horas  
muestra de 4 horas

ACRYL ETHILSIN CURADOPESOS DE LAS MUESTRAS

muestra	0.3779 gramos
cartucho vacio	2.3654 gramos
cartucho más muestra extraída	2.3718 gramos
muestra extraída	0.0064 gramos
infrarrojo	0.5326 gramos
RESULTADO:	1.694% DE MATERIAL INSOLUBLE

1/2 HORA DE CURADO

muestra	0.3028 gramos
cartucho vacio	1.9863 gramos
cartucho más muestra extraída	1.9934 gramos
muestra extraída	0.0071 gramos
infrarrojo	0.4358 gramos
RESULTADO:	2.345% DE MATERIAL INSOLUBLE

1 HORA DE CURADO

muestra	0.3778 gramos
cartucho vacio	1.9842 gramos
cartucho más muestra extraída	1.9967 gramos
muestra extraída	0.0125 gramos
infrarrojo	0.4516 gramos
RESULTADO:	3.309% DE MATERIAL INSOLUBLE

1 1/2 HORA DE CURADO

muestra	0.3659 gramos
cartucho vacío	2.1766 gramos
cartucho más muestra extraída	2.2053 gramos
muestra extraída	0.0287 gramos
infrarrojo	0.3637 gramos
RESULTADO:	7.844 % DE MATERIAL INSOLUBLE

2 HORAS DE CURADO

muestra	0.4082 gramos
cartucho vacío	2.1588 gramos
cartucho más muestra extraída	2.1982 gramos
muestra extraída	0.0394 gramos
infrarrojo	0.4052 gramos
RESULTADO:	9.652 % DE MATERIAL INSOLUBLE

3 HORAS DE CURADO

muestra	0.3209 gramos
cartucho vacío	2.1272 gramos
cartucho más muestra extraída	2.1630 gramos
muestra extraída	0.0358 gramos
infrarrojo	0.3477 gramos
RESULTADO:	11.156 % DE MATERIAL INSOLUBLE

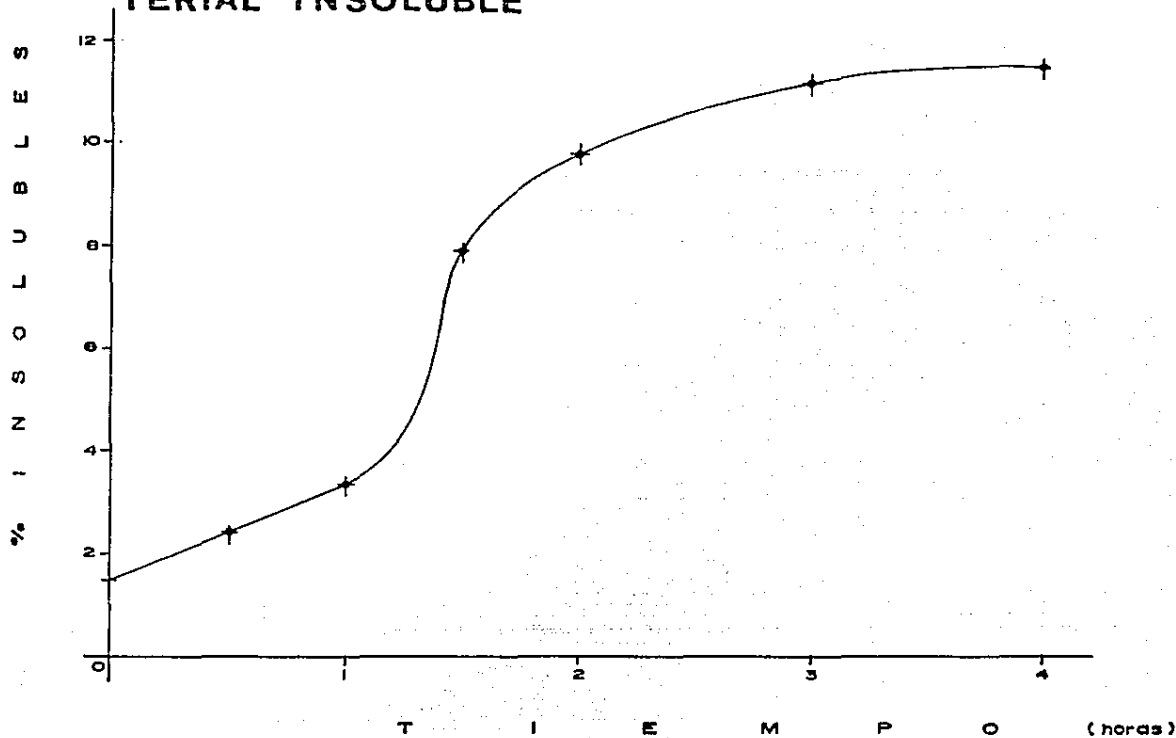
4 HORAS DE CURADO

muestra	0.3698 gramos
cartucho vacio	2.3291 gramos
cartucho más muestra extraída	2.3716 gramos
muestra extraída	0.0425 gramos
infrarrojo	0.3584 gramos
RESULTADO:	11.492 % DE MATERIAL INSOLUBLE

La gráfica obtenida de los resultados de porcentajes de insolubles, correspondiente a ACRY-ETHIL, es la siguiente:

ACRY-ETHYL

GRAFICA QUE MUESTRA LOS RESULTADOS DE % DE MATERIAL INSOLUBLE



- MARCA COMERCIAL LUCITONE 199
- PESO DE POLVO 4 GRAMOS
- LIQUIDO 3 MILILITROS
- TIEMPO DE MEZCLADO 5 MINUTOS
- LIBRAS DE PRESION 57 KILOGRAMOS
- FORMA DE LA MUESTRA RECTANGULAR
- PESO 2 GRAMOS
- DIMENSIONES DE LA MUESTRA 3 CENTIMETRO DE LARGO  
1 CENTIMETRO DE ANCHO  
.7 MM. DE ESPESOR

- TIEMPO DE CURADO:
  - muestra sin curado*
  - muestra de 1/2 hora*
  - muestra de 1 hora*
  - muestra de 1 1/2 hora*
  - muestra de 2 horas*
  - muestra de 3 horas*
  - muestra de 4 horas*



LUCITONE 199SIN CURADO

## PESOS DE LAS MUESTRAS

<i>muestra</i>	0.3821 gramos
<i>cartucho vacio</i>	2.2805 gramos
<i>cartucho más muestra extraída</i>	2.2929 gramos
<i>muestra extraída</i>	0.0124 gramos
<i>infrarrojo</i>	0.4246 gramos
RESULTADO:	3.245 % DE MATERIAL INSOLUBLE

1/2 HORA DE CURADO

<i>muestra</i>	0.4999 gramos
<i>cartucho vacio</i>	2.3030 gramos
<i>cartucho más muestra extraída</i>	2.5291 gramos
<i>muestra extraída</i>	0.0261 gramos
<i>infrarrojo</i>	0.4766 gramos
RESULTADO:	5.221 % DE MATERIAL INSOLUBLE

1 HORA DE CURADO

<i>muestra</i>	0.3500 gramos
<i>cartucho vacio</i>	2.4714 gramos
<i>cartucho más muestra extraída</i>	2.5071 gramos
<i>muestra extraída</i>	0.0357 gramos
<i>infrarrojo</i>	0.3315 gramos
RESULTADO:	10.200 % DE MATERIAL INSOLUBLE

1 1/2 HORA DE CURADO

muestra	0.4745 gramos
cartucho vacio	2.3108 gramos
cartucho más muestra extraída	2.6001 gramos
muestra extraída	0.2893 gramos
infrarrojo	0.3164 gramos
RESULTADO:	60.969 % DE MATERIAL INSOLUBLE

2 HORAS DE CURADO

muestra	0.3420 gramos
cartucho vacio	5.1559 gramos
cartucho más muestra extraída	3.4007 gramos
muestra extraída	0.2448 gramos
infrarrojo	0.3182 gramos
RESULTADO:	71.579 % DE MATERIAL INSOLUBLE

3 HORAS DE CURADO

muestra	0.4362 gramos
cartucho vacio	2.1038 gramos
cartucho más muestra extraída	2.4360 gramos
muestra extraída	0.3322 gramos
infrarrojo	0.4646 gramos
RESULTADO:	76.158 % DE MATERIAL INSOLUBLE

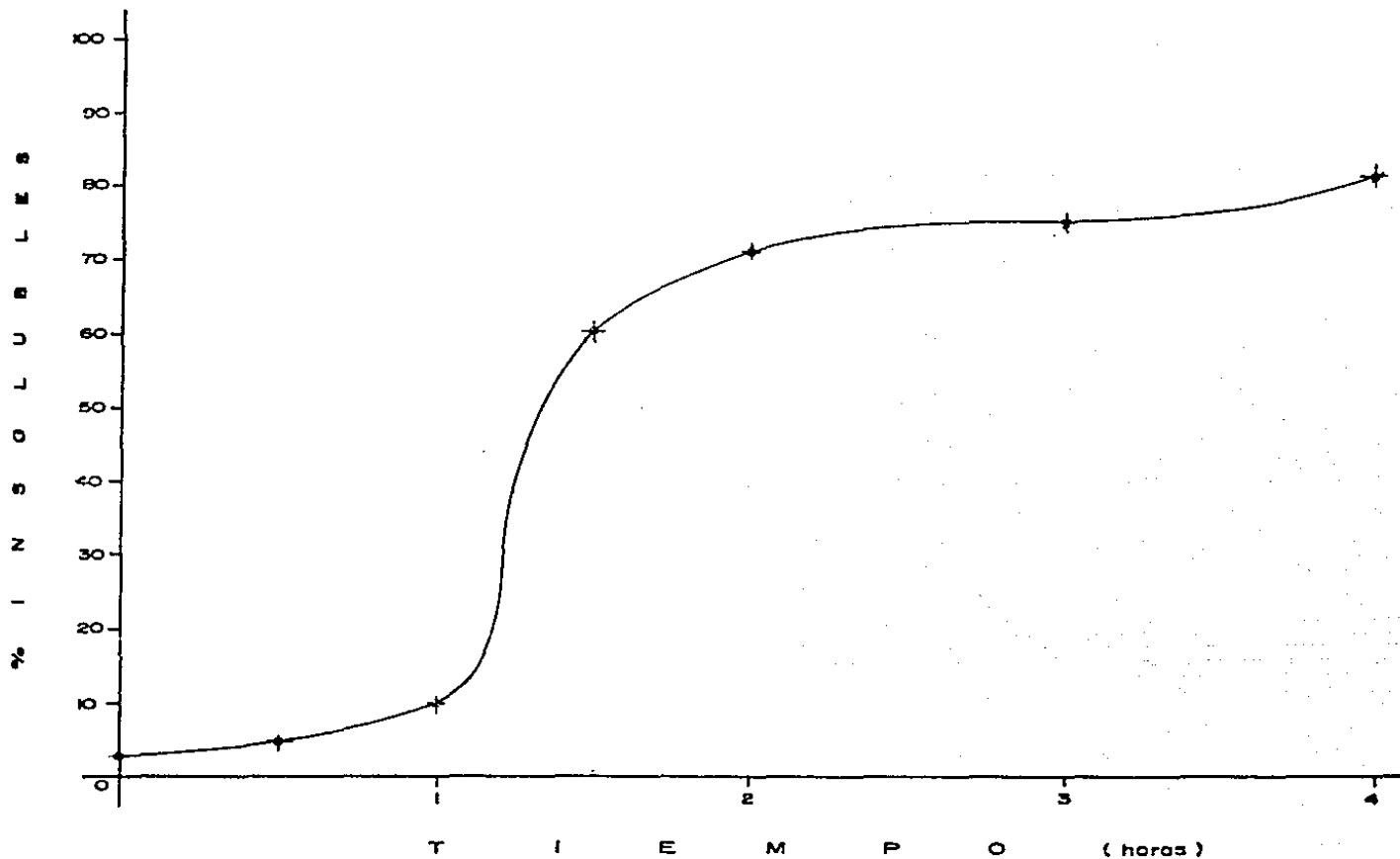
4 HORAS DE CURADO

muestra	0.3782 gramos
cartucho vacío	2.7293 gramos
cartucho más muestra extraída	3.0391 gramos
muestra extraída	0.3098 gramos
infrarrojo	0.4228 gramos
RESULTADO:	81.914 % DE MATERIAL INSOLUBLE

La gráfica representando los resultados de porcentaje -  
de material insoluble, se indica a continuación.

# LUCITONE

GRAFICA QUE MUESTRA LOS RESULTADOS DE % DE MATERIAL INSOLUBLE



Una vez terminadas y examinadas las muestras anteriores, se juzgó necesario hacer la extracción del POLIMERO (polvo), de cada una de las resinas termocurables y de metil metacrilato - puro; esto, con el fin de complementar más el estudio, y se -- obtubieron los siguientes resultados:

POLVOS

HIRCOE

PESO DE LA MUESTRA

muestra	0.4669 gramos
cartucho vacío	3.2453 gramos
cartucho más muestra extraída	3.2529 gramos
muestra extraída	0.0076 gramos
infrarrojo	0.4418 gramos
RESULTADO:	1.7010 % DE MATERIAL INSOLUBLE

LUCITONE

muestra	0.4497 gramos
cartucho vacío	2.4259 gramos
cartucho más muestra extraída	2.4333 gramos
muestra extraída	0.0074 gramos
infrarrojo	0.4951 gramos
RESULTADO:	1.6460 % DE MATERIAL INSOLUBLE

ACRY ETHIL

muestra	0.4562 gramos
cartucho vacio	2.7482 gramos
cartucho más muestra extraída	2.7521 gramos
muestra extraída	0.0039 gramos
infrarrojo	0.5741 gramos
RESULTADO:	0.8550 % DE MATERIAL INSOLUBLE

PROALON

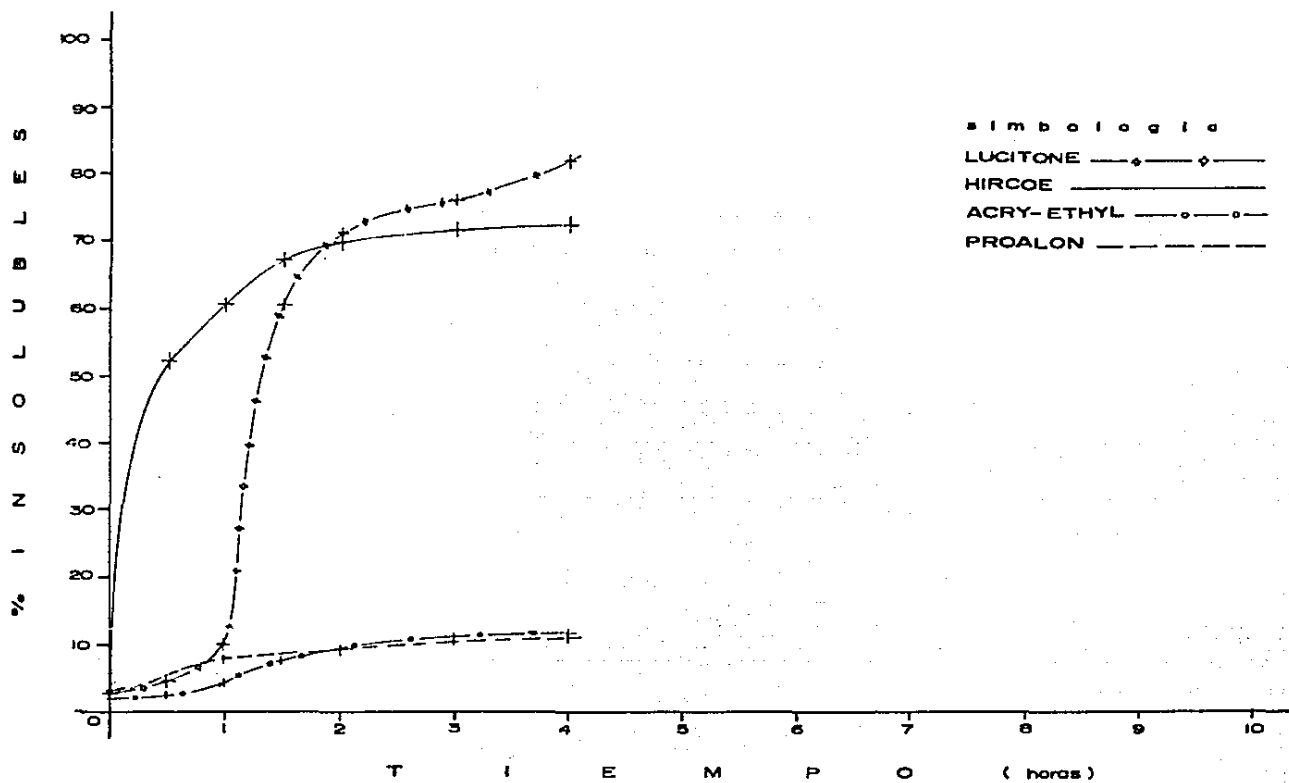
muestra	0.4480 gramos
cartucho vacio	2.7952 gramos
cartucho más muestra extraída	2.8059 gramos
muestra extraída	0.0107 gramos
infrarrojo	0.5093 gramos
RESULTADO:	2.3880 % DE MATERIAL INSOLUBLE

Muestra de Metil Metacrilato Puro, para fines de comparación.

Infrarrojo	0.3942 gramos
------------	---------------

A continuación se presenta grafica comparativa de los siguientes materiales: LUCITONE, HIRCOE, ACRY-ETHIL y PROALON.

**GRAFICA COMPARATIVA DE LOS SIGUIENTES MATERIALES :  
LUCITONE , HIRCOE , ACRY-ETHYL Y PROALON.**



USO DE LOS METODOS ESPECTROSCOPICOS PARA LA DETERMINACION  
DE GRUPOS FUNCIONALES

La espectroscopia infrarroja se ha vuelto cada vez más importante debido a la perfección de los espectrofotómetros y - también a los adelantos en la interpretación de los espectros.

Las moléculas orgánicas no son conjuntos rígidos de átomos, sino que pueden representarse mejor como unidos entre sí - por resortes, experimentando continuos movimientos longitudinales de flexión y de rotación. Cuando la frecuencia de la radiación infrarroja que entra a una solución o a un cristal de un - compuesto orgánico corresponde a la frecuencia de un movimiento molecular, se absorbe la radiación. Trazando una curva del porcentaje de la transmisión contra la frecuencia (espectro de infrarrojo), es posible obtener una gráfica de las cantidades relativas de los movimientos moleculares longitudinales y de flexión de los diferentes átomos de la molécula. Debe mencionarse que, para originar una absorción en el espectrofotómetro de infrarrojo, un movimiento debe involucrar un cambio en el momento dipolar de la molécula.

Los disolventes que se usan comúnmente para mediciones en el espectrofotómetro de infrarrojo, son compuestos no hidroxilados. El agua y los alcoholes, no tan solo absorben fuertemente la luz infrarroja en determinadas regiones, en donde el -



disolvente debe ser transparente, sino que también afectan el espectro, causando desplazamientos imposibles de predecir, los que se atribuyen a enlaces de hidrógeno y otras interacciones con el soluto. Es importante hacer notar que las celdas en las que se miden los espectros de infrarrojo con frecuencia son de cloruro de sodio y, por lo tanto, pueden deteriorarse con una muestra húmeda. La celda de 0.1 mm, que es la más usada requiere cerca de 0.1 ml. de una disolución del 5 al 10% o de 5 al 15 mg de muestra.

Utilizando "Microceldas", es posible usar muestras tan pequeñas como 0.02 mg. Entre los disolventes más usados tenemos el tetracloruro de carbono, bisulfuro de carbono, cloroformo, bromoformo y otros policlorometanos o etanos. El espectro de muestra líquidas, puede determinarse sin disolventes y los sólidos insolubles pueden suspenderse en "Nujol" o "Perfluorolubé". El sólido también puede pulverizarse con bromuro de potasio (que es transparente al infrarrojo), y la mezcla resultante se comprime a presión elevada para formar una pastilla transparente, la cual se usa en lugar de la celda.

La cantidad de luz absorbida se grafica como porcentaje de transmisión, la frecuencia se grafica en ondas por centímetro (generalmente llamadas recíprocas de centímetros  $\text{cm}^{-1}$ ), aunque como alternativa puede usarse la longitud de onda en micras ( $\mu$ ).

La importancia del método de Espectroscopia en infrarrojo, radica en que muchos movimientos longitudinales y de flexión, son esencialmente independientes de los cambios de estructura en otras partes de la molécula. Como ejemplo se puede decir, que la absorción máxima causada por la vibración longitudinal carbono-oxígeno del grupo carbonilo ( $C=O$ ) en la ciclohexanona, es casi exactamente de la misma frecuencia que en la pregnanona.

Por lo general, el enlace doble entre dos átomos tiene una fuerza mayor, es decir actúa como un resorte más rígido, -- que un solo enlace entre los mismos dos átomos.

Sería ideal que los espectros se determinaran en fase vapor, en donde las interacciones entre las moléculas son mínimas, sin embargo, por razones prácticas, las determinaciones en solución, en un disolvente no polar con la menor absorción posible, como el tetracloruro de carbono, son satisfactorias. Las interacciones moleculares en solución o en el líquido puro, producen normalmente desplazamientos de las bandas, con respecto a las posiciones determinadas en fase de vapor.

Los sólidos insolubles en disolventes adecuados para determinación en el infrarrojo, frecuentemente se determinan como suspensiones en aceite de parafina. Los espectros de los "mulls" (o película pulverulenta) son mucho menos satisfacto--

rios que aquéllos que obtienen en solución, ya que las bandas - puede mostrar desplazamientos inesperados, por lo tanto los espectros se determinan en "mulls", debido a las interacciones entre las moléculas que conservan su posición compacta dentro de la red cristalina. (22) \*\*\*

**RESULTADOS:**

Este trabajo es una investigación sobre diversos materiales que se utilizan en Odontología para la manufactura de prótesis utilizando Polímeros cuya presentación es en forma de polvo y de líquido, ambos a base de Metacrilato de Metilo que se someten a un proceso de curado, con el objeto de darles la consistencia para que puedan sostener -- las piezas dentarias artificiales simulando la encía.

Como es de comprenderse estos materiales plásticos deben tener ciertas características organolépticas: dureza, posibilidad de moldearse, color, tenacidad y una porosidad mínima que no propicie el que se depositen detritus que --- sean susceptibles de favorecer el alojamiento de agentes patógenos.

Como es de suponerse las cualidades a que se ha hecho referencia dependen de un mayor o menor entrecruzamiento molecular, especialmente en lo que se refiere a porosidad, por lo que de acuerdo con las investigaciones practicadas se ha podido comprobar por medio del espectrofotómetro a base de rayos infrarrojos que la mayor porosidad está en relación con el menor entrecruzamiento molecular. Una variable independiente que opera favoreciendo un mayor entre-

cruzamiento molecular es el tiempo de curado y otra es la temperatura, pues se encontró que una temperatura de 75°C es el calor adecuado para trabajar dicho plástico; también es importante las libras de presión, en esta investigación se utilizó una presión equivalente a 57 kilogramos.

Desde luego que favorecen el curado de los metacrilatos el tiempo de espatulado y la homogeneidad de la mezcla.

Ahora bien los resultados de la investigación se muestran en la tabla y gráfica adjuntas, en las que se demuestra que a mayor tiempo de curado es mayor el entrecruzamiento molecular, así pues se puede concluir que el Lucitone y el Hircoc son las que con un mayor tiempo de curado, presentaron un porcentaje mayor de material insoluble a las cuatro horas de curado.

PROCENTAJE DE MATERIAL INSOLUBLE  
SEGUN TIEMPO DE CURADO DE MATERIAL ACRY-ETHIL

TIEMPO DE CURADO	%
<i>sin curado</i>	1.69
<i>media hora</i>	2.35
<i>una hora</i>	3.31
<i>hora y media</i>	7.84
<i>dos horas</i>	9.65
<i>tres horas</i>	11.16
<i>cuatro horas</i>	11.49

Fuente: Directa.

## PORCENTAJE DE MATERIAL INSOLUBLE

## SEGUN TIEMPO DE CURADO DEL MATERIAL PROALON

TIEMPO DE CURADO	%
<i>sin curado</i>	3.69
<i>media hora</i>	4.23
<i>una hora</i>	5.47
<i>hora y media</i>	8.61
<i>dos horas</i>	9.49
<i>tres horas</i>	10.60
<i>cuatro horas</i>	10.77

Fuente: Directa.

PORCENTAJE DE MATERIAL INSOLUBLE  
SEGUN TIEMPO DE CURADO DEL MATERIAL HIRCOE

TIEMPO DE CURADO	%
<i>sin curado</i>	1.00
<i>media hora</i>	52.57
<i>una hora</i>	60.43
<i>hora y media</i>	67.26
<i>dos horas</i>	69.90
<i>tres horas</i>	71.28
<i>cuatro horas</i>	72.20

Fuente: Directa



PORCENTAJE DE MATERIAL INSOLUBLE  
SEGUN TIEMPO DE CURADO DEL MATERIAL LUCITONE

TIEMPO DE CURADO	%
<i>sin curado</i>	3.25
<i>media hora</i>	5.22
<i>una hora</i>	10.20
<i>hora y media</i>	60.97
<i>dos horas</i>	71.58
<i>tres horas</i>	76.16
<i>cuatro horas</i>	81.91

Fuente: Directa.

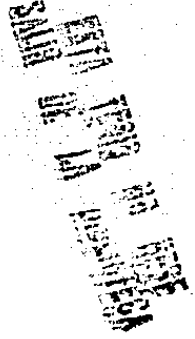


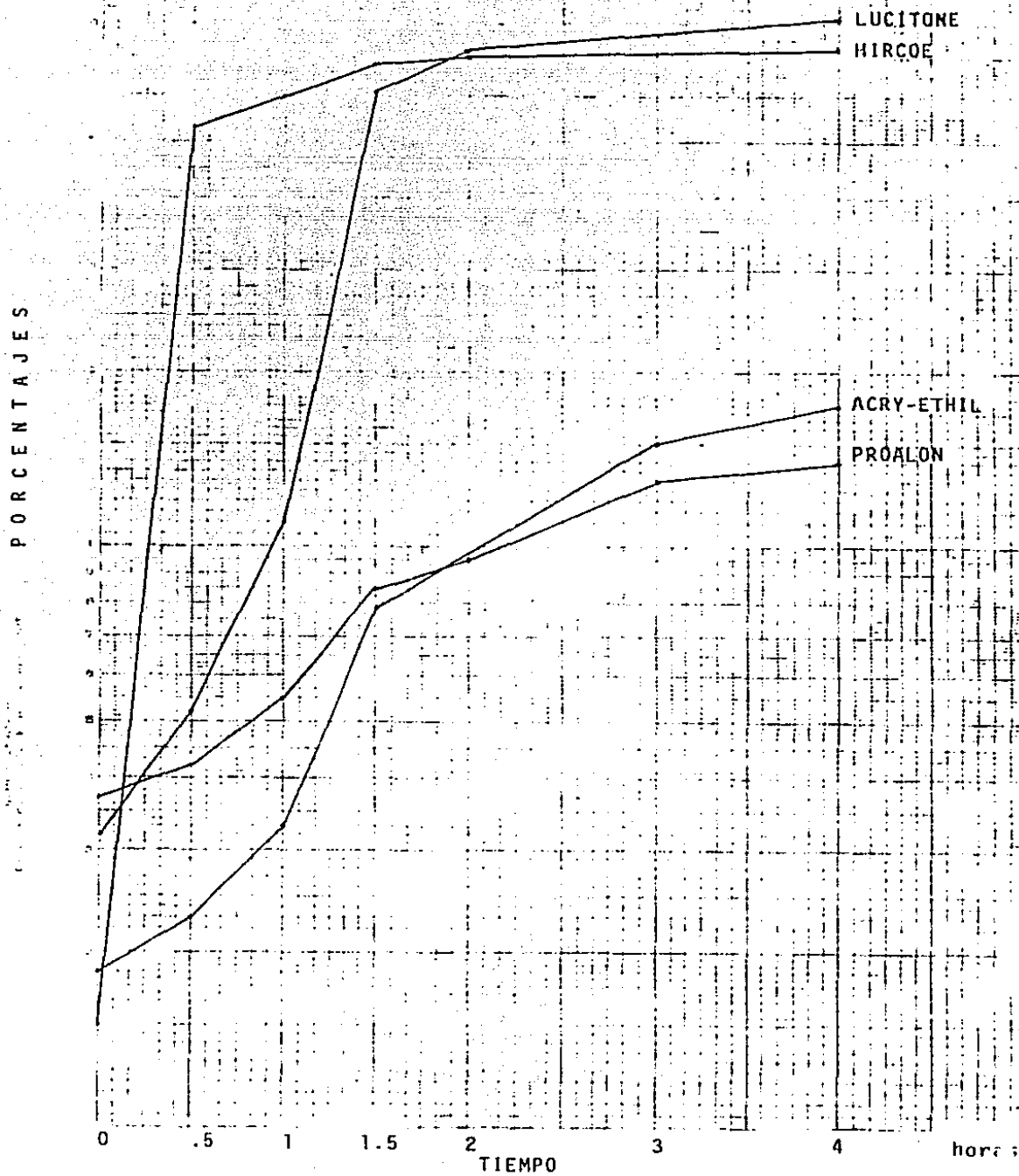
TABLA EN LA QUE APARECE LA DISTRIBUCION DE PORCENTAJES DE LOS DIVERSOS MATERIALES INSOLUBLES SEGUN EL TIEMPO DE CURADO

MATERIAL	SIN CURADO	MEDIA HORA	UNA HORA	HORA Y MEDIA	DOS HORAS	TRES HORAS	CUATRO HORAS
LUCITONE	3.25	5.22	10.20	60.97	71.58	76.16	81.91
HIRCOE	1.00	52.57	60.43	67.26	69.90	71.28	72.20
PROALON	3.69	4.23	5.47	8.61	9.49	10.60	10.77
ACRY-ETHIL	1.69	2.35	3.309	7.84	9.65	11.57	11.49

Como puede comprabarse a mayor tiempo de curado se obtiene un mayor entrecruzamiento molecular y menor porosidad.

Fuente Directa.

GRAFICA EN LA QUE APARECE LA DISTRIBUCION DE PORCENTAJES DE  
LOS DIVERSOS MATERIALES INSOLUBLES SEGUN EL TIEMPO DE CURADO



## DISCUSION:

Como se ha venido describiendo en el curso de este trabajo, una de las características organolépticas deseables en toda prótesis dentaria independientemente de la adaptación en forma estricta a la encla y dientes adyacentes, si éste fuera el caso; es la duración, consistencia, color, tenacidad y porosidad.

En realidad en este trabajo se ha investigado la relación que pudiera existir entre el tiempo de curado y la porosidad de la prótesis con el objeto de obtener una superficie tersa y con poros más pequeños, que hagan más difícil el alojamiento de detritus que contengan agentes patógenos.

Practicamente la única variable independiente que se manipuló en esta experiencia fué la del tiempo de curado, pues las otras variables independientes relativas a: tiempo de espatulado, temperatura, presión, etc. fueron las mismas para todas las muestras.

Para demostrar que la mayor o menor dimensión de los poros se relaciona con el entrecruzamiento molecular y éste se pone en evidencia exhibiendo un mayor porcentaje

de materiales insolubles, que están en relación directa, - supuesto, con el tiempo de curado, se utilizó el espectro fotómetro de rayos infrarrojos siendo una herramienta ade cuada para llegar a estas conclusiones. Lo cual se demos tró con la presencia de ciertos radicales o enlaces químicos cu ya traza apareció en las gráficas, espectrofotométricas.

**RESUMEN:**

En la presente tesis se muestra un estudio que enfatiza la importancia de la estructura molecular de los acrílicos termocurables, pues es bien conocido que las propiedades organolépticas de estas sustancias que se utilizan ampliamente en trabajos protésicos, están íntimamente relacionadas con su estructura molecular.

De las fuerzas intermoleculares depende, no solo el estado de agregación física, y la condición en que se encuentran dichas moléculas se precisa con la ayuda del microscopio electrónico, así se ha encontrado la forma en como se asocian las moléculas para formar cristales y cómo se ligan unas moléculas con otras.

Una de las metodologías que complementa el estudio de las moléculas de los polímeros, es la que utiliza el espectrofotómetro infrarrojo, que es el procedimiento empleado en este estudio, para demostrar la relación que existe entre el tiempo de curado y la porosidad de la prótesis, resultado de la estructuración molecular.

Como la mayor porosidad de una prótesis implica la posibilidad de que estos poros sirvan de reservorios a diversos microorganismos causantes de la patología bucal, se estudiaron varias marcas de polímeros, tanto nacionales como extranjeros y se pudo demostrar utilizando el espectrofotómetro de rayos infrarrojos, que la mayor porosidad está en relación con el menor entrecruzamiento molecular y esta condición la favorece tanto el tiempo de curado de los metacrilatos, como el tiempo de espátulado y la homogeneidad de la mezcla.

La primera condición, o sea el tiempo de curado es la condición motivo de estudio en este trabajo, en el que se demostró en forma fehaciente de que dos productos con un mayor tiempo de curado presentaron un porcentaje mayor de material insoluble a las cuatro horas de curado, lo que en el estudio espectroscópico significa un mayor entrecruzamiento molecular que da por resultado la producción de poros más pequeños que no favorecen el alojamiento y la reproducción de microorganismos patógenos.

## CONCLUSIONES:

1.- Se puede decir que en la elaboración de prótesis a base de polímeros termocurables, es necesario - además de las características inherentes; como son, dureza, adaptación al tejido bucal, duración adecuada, estética, etc.; el evitar la porosidad de mayores dimensiones que traerá como consecuencia el desarrollo de agentes patógenos en la cavidad bucal.

2.- Teniendo en cuenta, que el material acrílico siempre presenta poros, se debe procurar que estos sean de pequeñas dimensiones y el menor número posible.

3.- Como se ha descrito anteriormente, que la formación de grandes poros está en relación con el entrecruzamiento molecular, y que a mayor entrecruzamiento los poros son de menores dimensiones y comprobado, que existe una relación directa entre mayor entrecruzamiento molecular y mayor tiempo de curado, se puede concluir - que es necesario buscar entre los materiales disponibles, aquellos que previo curado, presenten un porcentaje mayor de material insoluble, lo que indica que se producirán poros de menores dimensiones.

Esto se obtiene con acrílicos tipo Lucitone y Hircoc, curados en un lapso de cuatro horas.



BIBLIOGRAFIA

- 1.- GAMOW, G.: MATERIA, TIERRA Y CIELO. ED. CONTINENTAL, S.A. MEXICO, D.F.
- 2.- BILLMEYER, FRED: LA CIENCIA DE LOS POLIMEROS 2da. EDICION ESPANA. 1975. EDITORIAL REVERTE, S.A.
- 3.- ENCICLOPEDIA OF PALYMER SCIENCE AND TECHNOLOGY PLASTICS RESINS, FIBBERS, SUPLEMENTO 1. ESTADOS UNIDOS DE AMERICA 1976. EDITORIAL BOARD.
- 4.- RICHARDSON, T.: INDUSTRIAL PLASTICS: THEORY AND APPLICA-- TION. ESTADOS UNIDOS DE AMERICA, 1983, PUBLICACIONES SOUTH- WESTERN.
- 5.- SCHNELL, R.J. ADD PHILLPS, R.W.: DIMENSIONAL STABILITY OF RUBBER BASE IMPRESSION AND CERTAIN OTHER FACTORS AFFECTING ACCURACY. J. AM. DENT. ASSOC. 1958, 57:39.
- 6.- RALPH, E.L., ET AL: COLECCION CIENTIFICA DE LIFE "MATERIA". ED. OFFSER MULTICOLOR, S.A. MEXICO, D.F.
- 7.- PEYTON, A.F. AND GRAIG, G.R.: MATERIALES DENTALES RESTAURA DORES. 4ta. EDICION ED. MUNDT ARGENTINA 1974.

- 6.- PHILLIPS, W.R.: LA CIENCIA DE LOS MATERIALES DENTALES DE -- SKINNER. 8a. EDICION, MEXICO 1986. ED. INTERAMERICANA.
- 9.- SPECIFICATION N° 12. FOR DENTURE BASE POLYMERS. REVISED AMERICAN DENTAL ASSOCIATION.
- 10.- SUPPLEMENTAL INSTRUCTIONS TO ADA SPECIFICATION N° 17 FOR DENTURE BASE TEMPORARY RELINING MATERIAL. (EFFECTIVE AUGUST 1, 1962).
- 11.- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION: GUIDE TO DENTAL MATERIALS AND DEVICES. EIGHTH EDITION 1979. CHICAGO ILLINOIS.
- 12.- SMITH, D.L. AND SCHOONOVER, I.C.: DIRECT FILLING RESINS: DIMENSIONAL CHANGES RESULTING FROM POLYMERIZATION SHRINKA GE AND WATER SORPTION. THE JOURNAL OF THE AMERICAN DENTAL ASSOCIATION 1953, 46: 540-544.
- 13.- GOLDFOGEL M., ET. AL: DIMENSIONAL CHANGE OF ACRYLIC RESIN-TRAY MATERIALES, THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY. 1985 54 (2): 284-286.
- 14.- HARMAN, I.M.: EFFECTS OF TIME AND TEMPERATURE ON POLYMERIZA TION OF A METHACRYLATE RESIN DENTURE BASE. THE JOURNAL OF THE AMERICAN DENTAL ASSOCIATION 1949, 38: 188-203.

- 15.- FIRTELL, D.N. AND HARMAN, L.L.: POROSITY IN BOILABLE ACRYLIC RESIN. THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY. 1983, 49 (1); 133-134.
- 16.- FIRTELL, D.N., ET AL: POSTERIOR PERIPHERAL SEAL DISTORTION RELATED TO PROCESSING TEMPERATURE. THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY. 1981, (6): 598-600.
- 17.- WOLFAARDT, J.F., ET AL: THE OCCURRENCE OF POROSITY IN HEAT CURED POLY (METHYL METHACRYLATE) DENTURE BASE RESIN. THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY. 1986, 55 (3): 393-400.
- 18.- KELLER, J.C. AND LAUTENSCHALEGER, E.P.: POROSITY REDUCTION AND ITS ASSOCIATED EFFECT ON THE DIAMETRAL TENSILE STRENGTH OF ACTIVATED ACRYLIC RESINS. THE JOURNAL PROSTHETIC DENTISTRY. 1985 53 (3). 374-379.
- 19.- NATHAN, PEDRO; METODOS CLASICOS DE SEPARACION, PRIMERA EDICION, EDITORIAL EDICOL, S.A., MEXICO 1979 PAG, 68 y 69.
- 20.- SKOOG, DOUGLAS ANALISIS INSTRUMENTAL, SEGUNDA EDICION, -- EDITORIAL INTERAMERICANA, S.A. MEXICO, 1986 PAG. 221 a 274.
- 21.- NATHAN, PEDRO; ANALISIS OPTICO, PRIMERA EDICION, EDITORIAL EDICOL, S.A.; MEXICO, 1975, PAG 48, 49 y 50.

- 22.- PREPSCH E.: ET ALL; TABLAS PARA LA ELUCIDACION ESTRUCTU--  
RAL DE COMPUESTOS ORGANICOS POR METODOS ESPECTROSCOPICOS,  
ED. ALHAMBRA, COLECCION VERTIX N° 44, MADRID ESPANA, ---  
1985.