



346  
2ef

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

SORCIÓN ACUOSA DE RESINAS ACRÍLICAS  
TERMOPOLIMERIZADAS POR INMERSIÓN Y MICROONDAS  
ESTUDIO COMPARATIVO.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

RODRÍGUEZ MORENO OSCAR MIGUEL.

*V. B. Quio*



ASESOR: C.D.M.O. JORGE MARIO PALMA CALERO.

México

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1998

200012



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## AGRADECIMIENTOS.

DOY GRACIAS A DIOS POR TODO LO QUE ME A DADO.

A LA MEMORIA DE MI PADRE.

**A MI MADRE:**

QUE ES UN EJEMPLO A SEGUIR EN TODOS LOS ASPECTOS, GRACIAS A ELLA Y POR ELLA SOY.

POR REGALARME TODOS ESTOS AÑOS DE AMOR, FELICIDAD, CONFIANZA Y APOYO.

**A MIS HERMANOS:** CARLOS, ELIZABETH Y JUAN JOSÉ, POR SUS CONSEJOS Y ORIENTACIÓN.

Al estimado C.D.M.O **Palma Calero Mario** por su agradable colaboración en ésta investigación.

Al C.D.M.O. **Jorge Guerrero** la ayuda otorgada en el presente estudio y por su amistad.

A **Ericka**, que a estado en momentos tanto agradables, como difíciles, y ha sido parte fundamental en ellos.

## ÍNDICE.

	Pág.
Resumen.....	*
Introducción.....	*
Antecedentes Históricos.....	2
Resinas Acrílicas.....	4
Composición.....	5
Clasificación de las resinas y su comportamiento.....	7
Resinas Acrílicas de Activación Química.....	8
Resinas Foto Activadas para base de prótesis.....	8
Comparación de resinas Termopolimerizadas y Autopolimerizadas.....	9
Propiedades de las resinas Acrílicas.....	10
Sorción.....	13
Ventajas y desventajas.....	15
Otros usos de las Resinas Acrílicas.....	16
Otras resinas Utilizadas en Odontología.....	18
Polimerización.....	20
Clasificación.....	21
Iniciadores y Activadores.....	24
Técnica de Moldeado por compresión.....	25
Sorción acuosa y su significación.....	28
Antecedentes Históricos.....	29
Antecedentes Recientes.....	32
Técnica Termocurable con microondas.....	36
Curado por microondas.....	38
Especificación No. 12 de la A.D.A.....	39

<b>Planteamiento del Problema.....</b>	<b>41</b>
<b>Justificación.....</b>	<b>42</b>
<b>Objetivo General.....</b>	<b>43</b>
<b>Objetivo Específico.....</b>	<b>43</b>
<b>Hipótesis.....</b>	<b>44</b>
<b>Material.....</b>	<b>45</b>
<b>Método Técnica Convencional.....</b>	<b>46</b>
<b>Método Técnica con Microondas.....</b>	<b>52</b>
<b>Resultados.....</b>	<b>59</b>
<b>Conclusión.....</b>	<b>61</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>62</b>

## Resumen.

En el presente estudio se llevó a cabo el curado de una resina acrílica termopolimerizable tipo 1 clase 1, por dos métodos diferentes de curado, el de baño de agua o también llamada convencional y el de emisión de microondas, para cuantificar la sorción acuosa de ambos y efectuar la comparación correspondiente. Se efectuó apegándonos a la norma No. 12 de la A.D.A.

Los resultados, son reportados previo análisis estadístico de varianza de una vía.

## INTRODUCCIÓN.

A partir de 1937 el Dr. Walter Wrigt, aportó a la práctica odontológica una de las resinas más útiles (metacrilato de polimetilo); A mediados de la década de los cuarentas y hasta nuestros días, la gran mayoría de las bases de dentaduras para prótesis totales se manufacturan con resinas acrílicas.

Las resinas acrílicas son compuestos no metálicos, producidos sintéticamente a partir del etileno conteniendo un grupo vinilo en su fórmula estructural. Están constituidas de polimetacrilato de metilo que es un polímero obtenido de la reacción de polimerización del éster de metacrilato de metilo, y se presenta en forma de polvo. El metacrilato de metilo es el monómero y se presenta en forma de líquido.

La técnica más utilizada de procesado de base de dentaduras de resina acrílica se denomina método convencional o baño de agua caliente, esto se efectúa a temperatura controlada del agua y tiempo de inmersión en ella, esta temperatura y tiempo de curado la especificará el fabricante para tener los óptimos resultados.

La temperatura del agua que se utilizará para el curado es regularmente de 65°C o 72°C por un lapso de 8 o 9 horas.

Una técnica alternativa a la anterior es el curado por horno de microondas. Está es fácil de llevar a cabo requiere menos tiempo de curado que el anterior método, mayor limpieza y no se necesita una unidad costosa para llevar a cabo el curado, puesto que se puede realizar en un horno convencional de microondas.

El propósito de esta investigación es efectuar un estudio **comparativo de sorción de agua, teniendo en cuenta los dos métodos** antes mencionados para el curado de resinas acrílicas para base de dentaduras.

## ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

En 1855 se creó el hule vulcanizado y se introduce como material de base de dentaduras con el nombre de Ebonita y Vulcanita. Durante los 75 años siguientes, éste fué el material más utilizado para base de dentaduras; en esta etapa se probaron varios métodos de procesamiento, pero no se logró superar las ventajas de la vulcanita.

En 1868 John Wesley Hyatt, descubrió el primer compuesto plástico moldeable; logró formar el plástico conocido como celuloide disolviendo la nitrocelulosa (algodón nitrado) bajo presión. El material poseía dureza, flexibilidad y buena apariencia.

En 1870 Hyatt formó la Celuloide Manufacturing Co. El material inventado por Hyatt fué utilizado para hacer bases de dentadura de color rosado semejante al tejido bucal y por lo tanto, de apariencia más agradable que la vulcanita. Hasta 1930 se intentaron varias modificaciones al material, pero nunca se logró lo adecuado como bases de dentaduras. La carencia de estabilidad de la forma, el sabor y olor desagradables su facilidad para mancharse y la necesidad de presión para formar al material

En 1909 el Dr. Leo BAEKELAND descubre un nuevo compuesto orgánico, era una resina de fenol - formaldehído (bakelita).

En 1924 las resinas fenólicas se utilizaban como material para bases de dentaduras completas, entre 1930 y 1940 alrededor de un 25% de todas las dentaduras completas se fabricaban con esta resina teniendo múltiples desventajas: Carencia de calidad uniforme, resistencia, color variable y su inestabilidad dimensional.

Entre 1930 y 1940 se produjeron numerosas resinas sintéticas, se probaron y descartaron polimerizados de cloruro de vinilo, acetato de vinilo, modificaciones de bakelita, plásticos de celulosa y otros. Estos en conjunto tenían desventajas como carencia de estabilidad dimensional, métodos difíciles de procesado, facilidad para mancharse o decolorarse, fragilidad, así como elevado costo.

#### RESINAS ACRÍLICAS. (1937).

En 1937 el Dr. Water Wright introduce la vernonite, un metacrilato de polimetilo, que resultó ser una de las resinas mas útiles en la práctica odontológica, a mediados de la década de los cuarentas y hasta nuestros días la gran mayoría de prótesis totales se manufacturan con resinas acrílicas.

## RESINAS ACRÍLICAS.

En odontología este grupo de polímeros es de gran aplicación, pues con ellos se elaboran la mayoría de aparatos de prótesis: bases de dentaduras totales y parciales, dientes artificiales cubetas individuales, placas de ortodoncia y cirugía, en frentes estéticos etc.

Existen por lo menos dos series de resinas de interés odontológico derivados del Ácido acrílico.  $\text{CH}_2=\text{CHCOOH}$ , y la otra del Ácido Metacrílico.  $\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{COOH}$ . Estos compuestos polimerizan por adición. Los poliácidos acrílicos o metacrílicos no se utilizan por poseer gran sorción de agua, en su lugar se utilizan los ésteres de estos ácidos.

Las resinas acrílicas son compuestos no metálicos, producidos sintéticamente a partir de etileno conteniendo un grupo vinilo en su fórmula estructural. Están constituidos de polimetacrilato de metilo que es un polímero obtenido de la relación de polimerización del éster de metacrilato de metilo, y se presenta en forma de polvo. El metacrilato de metilo es el monómero y se presenta en forma de líquido.

La resina es transparente, es posible teñirla o colorearla en casi cualquier tono y grados de translucidez. Aunque su color y propiedades ópticas son estables en condiciones normales y su resistencia y otras propiedades físicas son adecuadas, las características que presenta esta resina no son las ideales, como no lo son las de otros materiales odontológicos. Lo que la hace aceptable es la combinación de sus características. Por ejemplo su fácil procesado. Es por ello que un porcentaje muy alto de las prótesis totales que se manufacturan en la actualidad se llevan a cabo con una resina acrílica.

## Composición.

Se presenta en forma de un polímero (polvo) y un monómero (líquido).

Líquido:

El monómero es metacrilato de metilo puro con una pequeña cantidad de hidroquinona (0.006 %) que ayuda a inhibir la polimerización en su almacenado y un agente de cadenas cruzadas (dimetacrilato de etilenglicol).

El polvo:

Consta de perlas de polímero (polimetacrilato de metilo), que tiene incorporado en su interior aproximadamente 1 % de catalizador (peróxido de benzoilo), un plastificante (ftalato de butilo), y un pigmento adecuado (dióxido de titanio, rojo cadmio).

Metacrilato de metilo:

Es un líquido transparente y claro a temperatura ambiente con las siguientes propiedades físicas:

Punto de fusión	- 48°C
punto de ebullición	108°C
Densidad	0.945 gm/m a 20°C
Calor de polimerización de	12.9 Kcal/mol.

Tiene presión elevada de vapor y es un solvente orgánico efectivo y además inflamable. El grado de polimerización varía con condiciones como, temperatura, método de activación y tipo de iniciador. Su contracción de polimerización es de 21 % en volúmen.

Poli (metacrilato de metilo):

Es obtenido de la reacción de polimerización del éster del metacrilato de metilo. Sus características son:

Plástico transparente como el vidrio.

Resistencia traccional: 59 MPa.

Densidad: 1.19.

Módulo elástico: 2.400 MPa.

Posee buena estabilidad de color.

Temperatura de ablandamiento 125°C y puede ser moldeado como termoplástico.

Tiene tendencia a la sorción de agua al encontrarse en medio húmedo.

## **Clasificación de las resinas sintéticas de acuerdo con su comportamiento térmico.**

**Resinas termoplásticas:** Se presentan en estado de polvo; se ablandan o plastifican con el calor, estado en el cual pueden ser moldeadas con presión para luego enfriarlas. En este proceso no se experimentan cambios químicos.

**Resinas termoestables.** Estas requieren para la polimerización de agentes químicos tales como iniciadores y activadores.

**Resinas termocurables.** Cuando requieren de calor como activador.

**Resinas Autopolimerizables.** Cuando la polimerización es resultado de una reacción química que se lleva a cabo a temperatura ambiente. El proceso se acompaña de cambios químicos.

## **RESINA ACRÍLICA DE ACTIVACIÓN QUÍMICA.**

Estas resinas se utilizaron por primera vez con propósitos odontológicos en Alemania durante la Segunda Guerra Mundial. Recibe nombres diversos como: autocurado, curado en frío o autopolimerizable. Para diferenciarlas de las que polimerizan por medio de calor.

En lugar de activar al peróxido de benzoilo con calor o energía de microondas, se emplea un activador químico para que el proceso se complete a temperatura ambiente. Por ejemplo se agrega una cantidad pequeña de amina terciaria al monómero antes de mezclarlo con el polvo, como se da en las resinas termocurables. Después de la mezcla, se forman radicales libres de peróxido de benzoilo por una reacción de dimeti-p- toluidina y la polimerización se lleva a cabo.

La técnica que se emplea al procesar la resina de activación química por moldeado con compresión es la misma que para las termocuradas.

## **RESINAS FOTOACTIVADAS PARA BASE DE PRÓTESIS.**

Desde hace algunos años se dispone de resinas para base de prótesis activadas con luz visible. Se describen como compuestos si tienen una matriz de dimetacrilato de uretano sílice microfino y monómeros de alto peso molecular. Los glóbulos de resina acrílica están presentes como un material orgánico para relleno. La cánforoquinona amina como fotoiniciador se activa de manera fácil con la misma frecuencia y fuente de luz visible que se utiliza en los compuestos para restauración directa activados con luz.

La resina para base de prótesis con pigmentos y la de rebase se suministran como materiales de un solo componente, en forma de lámina o cilindro, empacado en recipientes a prueba de luz.

Como estas resinas no se activan de manera adecuada al enmuffarlas a presión, el procedimiento de elaboración para una prótesis difiere del que se utiliza para una resina de activación por calor.

## COMPARACIÓN DE RESINAS TERMOPOLIMERIZADAS Y AUTOPOLIMERIZADAS:

Difieren en el método de activación.

La porosidad de los materiales autocurados es grande, aunque esto no es fácil de ver en las resinas pigmentadas. Esto puede ser debido a aire disuelto en el monómero que no es soluble en el polímero a temperatura ambiente.

En general los materiales autocurados tienen un promedio de peso molecular más bajo, y un más alto contenido de monómero residual, del orden de 2 a 5 %.

Los autocurados no son tan fuertes; la resistencia transversal es alrededor de un 80% de la de los materiales curados por calor. Ello debe de estar relacionado con su inferior peso molecular.

En términos de sus propiedades reológicas, los materiales son menos deseables, puesto que muestran una mayor deformación con el uso. En las medidas de estiramiento de los poli (metacrilato de metilo), los polímeros curados por calor tienen menor deformación inicial, menor estiramiento y más rápida recuperación que los materiales de autocurados.

La estabilidad del color en los materiales autocurados es más pobre; si se utiliza un activador con amina terciaria, puede aparecer un color amarillento al cabo del tiempo.

## PROPIEDADES DE LAS RESINAS ACRÍLICAS.

### PROPIEDADES FÍSICAS.

Las propiedades físicas del polímero reciben gran influencia de cualquier cambio en la temperatura ambiente, composición, o peso molecular y estructura. En general cuanto más elevada esté la temperatura, más se ablanda y debilita el polímero. A menor peso molecular del polímero, más baja es la temperatura de ablandamiento. A medida que se forman las macromoléculas aumentan las uniones secundarias o fuerzas intermoleculares que las mantienen juntas.

Un polímero que se utiliza para construir la base de una prótesis deberá tener un valor de temperatura de transición al cristal ( $T_c$ ) lo bastante alto para impedir el ablandamiento y la distorsión en uso.

El valor típico de temperatura de ablandamiento para los materiales Termocurables es de  $105^{\circ}\text{C}$ . Este es algo mayor que cualquier otra temperatura que la base pueda alcanzar durante su función en boca.

El valor del módulo de elasticidad se reduce y el potencial de estiramiento aumenta mucho cuando se aproxima a la temperatura de ablandamiento, los pacientes pueden producir distorsiones sumergiendo las prótesis en agua hirviendo. Tiene peso específico relativamente bajo (alrededor de  $1,2\text{g/cm}$ ) ya que están compuestas de grupos de átomos ligeros. La ligereza de las prótesis resulta beneficiosa, debido a que las fuerzas gravitacionales que producen el desplazamiento de una prótesis superior se minimizan.

Las prótesis construidas con resinas acrílicas son radiolúcidas debido a que los átomos de C, O y H son malos absorbentes de rayos X. Esto representa un inconveniente de estos materiales. Si un paciente se traga o inhala un fragmento de ella es difícil detectarla.

Son considerados termoaislantes esto es un inconveniente ya que los tejidos blandos orales se ven privados de los estímulos

térmicos normales que ayudan a mantener la mucosa en condiciones sanas. Además, el paciente puede perder en parte la respuesta refleja protectora, a los estímulos caliente y frío.

## PROPIEDADES MECÁNICAS.

En comparación con aleaciones utilizadas en prótesis, las resinas acrílicas pueden considerarse como muy blandas, débiles y flexibles.

**La resistencia transversal** del acrílico suele ser suficiente para resistir la fractura causada por la aplicación de una carga masticatoria grande, sin embargo se producen fracturas *in situ* como resultado de la fatiga. A menudo ocurre debido a una prótesis mal ajustada o mal diseñada que se flexiona de modo considerable con carga masticatoria.

**Resistencia** pobre o escasa a la fatiga, este hecho es el principal responsable del mayor número de reparaciones que se efectúan anualmente.

La resistencia Charpy al impacto de una resina de activación por calor es de 0.98 a 1.27 Joules. Escasa o deficiente resistencia al impacto, si se deja caer una prótesis sobre una superficie dura existen grandes probabilidades de que se fracture.

**Grietas superficiales** (que tienen efecto debilitador sobre la base). Estas pueden tener los siguientes orígenes:

El ciclo de sorción seguido de desecado. El uso de dientes de porcelana esto se da en la región del cuello del diente debido a los diferentes coeficientes de expansión térmica. La resistencia y rigidez se reduce después de la sorción de agua.

Con respecto a la **dureza Vickers** son relativamente blandas en comparación con aleaciones. Esto predispone a la base de prótesis de acrílico al desgaste producido por alimentos abrasivos y sobre todo por limpiadores abrasivos.

## PROPIEDADES QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS.

Las resinas acrílicas absorben agua de una manera lenta y se alcanza un valor de equilibrio alrededor del 2% al cabo de varios días o semanas, según el grosor de la prótesis. La sorción de agua produce un cambio dimensional, aunque puede considerarse mínimo. En asociación con la sorción de agua está la capacidad de ciertos microorganismos para colonizar la superficie de adaptación de las prótesis de acrílico. No está claro si microorganismos como *Cándida albicans* existen sobre la superficie de la prótesis o si atraviesan la capa externa de la resina. Un lavado frecuente junto con la colocación de las prótesis en agua durante la noche suele tener buen resultado para impedir el crecimiento de microorganismos indicados y sus problemas clínicos, asociados a una estomatitis protésica.

Existen pocos reportes de pacientes alérgicos a la resina acrílica, y en particular al monómero de metacrilato residual que puede existir en las bases, sin embargo los pacientes no alérgicos pueden sufrir irritación si existen valores muy altos de monómero, por ejemplo (en la base de prótesis poco curada).

Deberán mantenerse al mínimo los niveles de polvo de acrílico de monómero de metacrilato en la atmósfera dado que ambos pueden ser potencialmente perjudiciales.

Las resinas acrílicas son insolubles en fluidos orales, pero si son solubles en alcohol y en metacrilato, por lo tanto se deberá tener cuidado de que las prótesis no tengan contacto con estas sustancias.

## SORCIÓN.

El poli (metacrilato de metilo) absorbe agua durante cierto tiempo. Sin duda, la absorción se debe a las propiedades polares de las moléculas de resina. Sin embargo, se comprobó que el mecanismo consiste en la difusión de las moléculas de agua según las leyes de difusión. El coeficiente (D) de una resina acrílica termocurable típica para prótesis es de  $1.08 \times 10^{-2}/s$  a  $37^{\circ}C$  ( $99^{\circ}F$ ). Cuando la temperatura disminuye a  $23^{\circ}C$  ( $73^{\circ}F$ ), D se reduce a la mitad.

Se supone que la difusión ocurre entre las macromoléculas que se separan ligeramente. A este respecto, la acción de agua no es diferente a la de un plastificante. La resina se expande de manera lineal 0.23% por cada 1% de aumento de peso por agua absorbida.

De los valores bajos del coeficiente de difusión, se concluye que el tiempo que se requiere para alcanzar la saturación es considerable. Esto depende, por supuesto, del grosor de la prótesis. Se calcula que una dentadura de resina acrílica requiere de un período de casi 17 días para saturarse por completo de agua.

Como la difusión del agua separa las moléculas, estas se tornan más móviles.

De esta manera se liberan las tensiones inherentes que producen relajación consecuente y posible cambio en forma de la prótesis. Se comprobó que el aumento de dimensión por absorción de agua de las tiras de resina acrílica sin tensión es en la práctica igual a la contracción del curado.

El resultado neto de este proceso de contracción y expansión subsecuente por la sorción de agua, es que después de varios meses la prótesis de resina acrílica termocurable, moldeada bajo compresión, es ligeramente de menor tamaño de molar a molar.

En asociación con la sorción de agua está la capacidad ciertos microorganismos para colonizar la superficie de adaptación de las prótesis de acrílico, (no está claro si microorganismos como *Cándida Albicans* existen sobre la superficie de las prótesis o si atraviesan las capas externas de la resina).

La ganancia o pérdida de agua en las capas superficiales puede contribuir a la presencia de grietas. Una alta captación de agua en equilibrio puede ablandar una prótesis.

## RESINAS ACRÍLICAS.

### VENTAJAS

Buena estética.

Fácil y sencillo para procesar y moldear.

Dimensionalmente estable (el cambio en el procesamiento es menor de 0.5% o de 0.2mm).

Bien tolerada por los tejidos (no alérgica).

Insoluble y no corrosiva.

Color estable.

Fácil de limpiar por el paciente (no tendrá mal olor).

Económica y con tiempo de almacenamiento satisfactorio.

Resistencia adecuada en la mayoría de las situaciones exceptuando impacto súbito.

No requiere de equipo costoso para su procesamiento.

### DESVENTAJAS.

No es radiopaca.

No puede ser esterilizada por temperatura.

Módulo de elasticidad relativamente bajo (requiere en algunos casos, mayor volumen que el deseable para producir la resistencia adecuada).

Elevado coeficiente de expansión térmica (diez veces mayor que los materiales de yeso y la estructura dental). Causa tensión interna en la base durante el procesamiento.

Cambio dimensional por absorción y pérdida de agua o líquidos.

## OTROS USOS DE LA RESINA ACRÍLICA.

### Rebase de prótesis totales.

Como se producen cambios en los tejidos durante el uso de las prótesis, con frecuencia es necesario modificar la superficie que está en contacto con ellos a fin de conformarla con los nuevos contornos tisulares y relaciones oclusales. Esta adaptación se produce con el rebase de las prótesis. Al utilizar una sustancia para rebase, se agrega una resina nueva de algún tipo a la base de la prótesis ya existente.

El tipo más frecuente es la resina acrílica plastificada autocurable o termocurable. El material poli(metacrilato de etilo), poli(metacrilato de metilo) o un copolímero de acrilato se mezcla con un líquido aromático de éster etanol que contiene de 60 a 80 % de plastificante como el ftalato de dibutilo. El líquido no contiene monómero acrílico y el material que se forma es en esencia un acondicionador tisular.

Aunque la resina activada por calor se encuentra en forma de hojas, por lo regular se mezcla polvo y líquido, y se forma una masa que se cura con el enmuflado convencional y una técnica de moldeado a presión. El material se cura junto con un material base de acrílico rígido. El polvo está compuesto de polímeros y copolímeros de resina acrílica, seleccionados de manera que cuando se mezclan con el monómero acrílico apropiado y el líquido plastificante, la temperatura de transición del vidrio de la resina curada es menor que la bucal.

Así al remplazar el poli(metacrilato de metilo) con metacrilato de (etilo n- propilon-butilo), más alto con Tg menor, se requiere menos plastificante en el líquido para producir una temperatura de transición de menos de 35°C.

Si polímero y monómero son metacrilatos altos, se reduce el contenido de plastificante. Esto disminuye la percolación indeseable del plastificante. Un material de esta clase se hace de un polímero de poli(metacrilato de etilo) y un monómero de éster n-butilo con más de 30% de ftalato como plastificante en el material curado.

## Confección de dientes artificiales.

Los dientes artificiales de resina acrílica se fabrican en moldes metálicos reutilizables usando la técnica de moldeado en pasta, o mediante el moldeado por inyección.

Las resinas utilizadas tienen muchos enlaces cruzados a fin de producir dientes artificiales resistentes al resquebrajamiento. Se utilizan polímeros acrílicos modificados. La diferencia principal en la composición de los dientes de acrílico es que se utilizan pigmentos distintos para obtener las diferentes tonalidades. Se confeccionan en capas de color, translucidez y espesor diferente de manera que la tonalidad sea más clara en las partes incisales u oclusales. La parte gingival, o cuerpo, del diente se prepara con materiales que no sean de cadena cruzada, o que lo sean en proporción reducida, ya que el polímero que no es de cadena cruzada se une mejor al material de la base de la prótesis.

## Otras Resinas Utilizadas en odontología.

**Poliamidas (Nylon).** Alrededor de 1950 se introduce un polímero cristalino con moléculas de cadena larga empaçadas y ordenadas en paralelo, estructura que confiere al nylon las siguientes características como: insolubilidad, alta resistencia al calor, elevada solidez y ductilidad. Este polímero pareció prometedor, pero sus múltiples desventajas no la hicieron permisible ejemplo: Tendencia a deformarse o mancharse con facilidad, a que la superficie se vuelva rugosa o áspera con el uso, su vulnerabilidad de desarrollo bacteriano, las dificultades de procesamiento (control de temperatura, inyección y dificultad para darle el acabado y pulido).

**Policarbonatos.** Son conocidos como los más duros y fuertes de los plásticos, son poliésteres del ácido carbónico. Se efectuaron investigaciones para su utilización como base de dentaduras (10% de material sintético). Se comprobó que sus propiedades físicas solo son ligeramente superiores a las del metacrilato de metilo. Sin embargo a pesar de sus ventajas requiere un equipo más elaborado para su procesamiento y temperaturas más altas de moldeo. Las desventajas del material comparado con el metacrilato de polimetilo, son su mayor distorsión por absorción de agua, su mayor flexibilidad, una deficiente adhesión a los dientes de plástico, inyección de moldeo a temperaturas altas 165° C (330 °F) y dificultad en el pulido.

**Resinas epóxicas.** Son termoestables y con acción adhesiva sobre vidrio y algunos metales. Se moldean mientras están en estado líquido.

Los autores de estas resinas proclamaron sus ventajas para su uso como base de dentadura y prótesis parcial resaltando su tenacidad, sin embargo presentaban demasiadas desventajas por ejemplo cierta sensibilidad tisular, gran contracción de polimerización y tendencia a modificar su color durante el curado. Por lo que su uso no se difundió.

**Poliestireno:** Es una resina transparente de tipo termoplástica. Es estable a la luz y muchos reactivos químicos, es soluble en determinados solventes orgánicos, su utilización para base de dentaduras es limitada.

Cuando un radical bencénico se une a un grupo vinilo se forma un vinil-benceno, este polimeriza al poliestireno por simple adición.

El producto comercial se presenta en una barra precurada, la barra se calienta a 210°C a fin de ablandarla e inyectarla a un molde con equipo especial.

**Resinas vinílicas:** Son derivados del etileno ( $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ): es la molécula más simple capaz de polimerizarse por adición y, por tanto, gran número de resinas comerciales se derivan de este monómero.

Dos derivados del etileno de interés especial son el cloruro de vinilo y el acetato de vinilo.

El poli(cloruro de vinilo) es una resina clara, dura, insípida e inodora, oscurece al exponerse a la luz ultravioleta y, a menos que se plastifique cambia de color cuando se calienta hasta llegar cerca de su punto de ablandamiento.

El poli(acetato de vinilo) es estable a la luz y calor pero su punto de ablandamiento (35 a 40°C) es muy bajo. Cuando los monómeros del cloruro vinílico y acetatos vinílicos se copolimerizan en porciones variables se obtienen resinas copolimeras muy útiles.

Utilizando una composición aproximada de 80% cloruro de vinílico y 20% de acetato vinílico, para confeccionar bases de dentaduras. Esta resultó excelente en todos los sentidos, excepto en que no se controló la distribución del peso molecular.

## POLIMERIZACIÓN.

La composición de una sustancia polimera se describe en términos de sus unidades estructurales, como lo indica la palabra polímero (“es decir, muchas partes”). La polimerización se produce a través de una serie de reacciones químicas por las cuales se forma una macromolécula o polímero a partir de una gran cantidad de moléculas simples conocidas como monómeros (meros) de bajo peso molecular, de una o más especies, reaccionan y forman una molécula grande de elevado peso molecular. Las características más importantes de los polímeros son: que están compuestos de muchas moléculas grandes; casi invariablemente el peso molecular de las macromoléculas individuales no es constante con un gran margen de variabilidad, y su estructura molecular es capaz de adoptar configuraciones y conformaciones casi ilimitadas.

El polímero consta básicamente de una unidad estructural simple repetida en particular, y que en esencia se relaciona con la estructura del monómero. Las unidades se conectan una con otra en la molécula del polímero por enlaces covalentes. Cualquier compuesto químico cuyo peso molecular exceda de 5000, se considera macromolécula. Por lo tanto, la polimerización es una reacción intermolecular repetida capaz de continuar de manera indefinida.

## CLASIFICACIÓN.

El grupo de polímeros o plásticos, se pueden clasificar como:

- 1) Naturales.
- 2) Sintéticos.

Resinas o plásticos de origen natural: La mayoría son productos de exudado de troncos de ciertas plantas tales como el ámbar, colofonia, gomalaca, copal, sandaraca, danmara, etc.

Resinas sintéticas: Han desplazado en su uso a las naturales según el tipo de polimerización o formación de cadenas se clasifican en aquellas en las cuales la polimerización viene acompañada de formación de productos secundarios, se denominan de condensación. Un segundo tipo produce cadenas por adición o suma de moléculas y se denominan de adición.

Resinas sintéticas de policondensación:

Las más usadas son las fenoplásticas, aminoplásticas, gliceroftálmicas y superpoliamidas.

Del grupo de fenoplásticas es digno de mencionar el producto de reacción de fenol+formol=fenol formaldehído patentada por Baekeland con el nombre de bakelita.

Resinas gliceroftálmicas: Tienen su principal aplicación en barnices y esmaltes al horno para automóviles.

Superpoliamidas : Se destaca el nylon, principal representante. Muchas de estas resinas se han empleado en la elaboración de aparatos y bases de dentaduras.

Polimerización por condensación: Las reacciones que producen polimerización por condensación se llevan acabo por los mismos mecanismos de las reacciones químicas entre 2 o más moléculas simples los compuestos primarios reaccionan con la formación de productos como agua, ácidos, halógenos y amoniaco.

En odontología se han utilizado inimitables resinas por

condensación en la elaboración de bases para dentadura. Un ejemplo es la bakelita (fenol-formaldehído)

Así las resinas por condensación son aquellas en las que:

La polimerización se acompaña de eliminación repetida de moléculas pequeñas. Los grupos funcionales se repiten en la cadena del polímero

La Formación de polímeros por condensación es lento por su formación paso a paso, de monómero a dímero, trímero y así sucesivamente, hasta que se forman grandes moléculas de polímero que contienen muchas moléculas de monómero. Con esto, el proceso de polimerización tiende a detenerse antes de que las moléculas alcancen un tamaño realmente grande porque a medida que crece la cadena, se tornan menos móviles y numerosas.

El hule de polisulfuro es un ejemplo de material de impresión de una reacción de polimerización por condensación.

Polimerización por adición: Las resinas de mayor uso en procedimientos dentales son por adición. De hecho, este proceso es tan frecuente que al utilizar el término de polimerización se sobreentiende que se da por adición. A diferencia del proceso de condensación no hay cambio en la composición. Las macromoléculas se forman a partir de unidades más pequeñas o monómeros sin cambio de composición, pues tienen sus mismas fórmulas. Es decir que se repite en el polímero muchas veces la estructura del monómero. Este proceso se lleva a cabo sin formación de productos colaterales.

A diferencia de la polimerización por condensación en esta es posible formar con facilidad moléculas gigantes, casi de todos tamaños. Comienza por un centro activo, incorporando un monómero a la vez esto arma una cadena que se supone puede seguir su crecimiento de manera indefinida hasta que lo permita el aporte de unidades que lo constituyen. El proceso es simple pero no fácil de controlar. Uno de los requisitos para un compuesto polimerizable por adición es la presencia de un grupo no saturado, ejemplo el etileno, es el monómero más simple capaz de polimerizarse.

Durante la reacción física entre el polímero (polvo) y monómero (líquido) se identifican 4 períodos.

1. Arenoso: El monómero moja el exterior de las perlas del polímero que se ablanda gradualmente y forma una masa sin cohesión.
2. Filamentoso: El monómero se une al polímero. Esto se realiza por penetración del primero en el segundo; la capa de este último penetra en la solución o se dispersa en el monómero. Este período se caracteriza por ser una mezcla fibrosa y pegajosa al tacto.
3. Plástico o pastoso: A medida que el monómero se difunde en el polvo, la masa se satura de polímero en solución, y se torna blanda y pastosa. Ya no es pegajosa y no se adhiere a las paredes del frasco de la mezcla. Se compone de partículas de polvo no disueltas, suspendidas en una matriz plástica de monómero y polímero disuelto, la mezcla se empaca en el molde.
4. Elástico: El monómero desaparece por evaporación y por penetración en el polímero. La masa se hace más cohesiva y elástica. No es suficientemente plástica para moldearse con técnicas dentales. Se tiene que evitar cualquier contaminación con partículas de polímero en el frasco que contiene el monómero. Incluso una cantidad mínima de polvo en el líquido puede causar su espesamiento y a veces su solidificación.

## INICIADORES Y ACTIVADORES.

La presencia del iniciador, capaz de producir la apertura de los dobles enlaces y generar así radicales, es indispensable en el fenómeno de la polimerización. Dentro de la química de las resinas de aplicación en odontología el iniciador más usado es el peróxido de benzoilo que presenta una estructura cíclica.

El peróxido de benzoilo ante la presencia de calor (resina termocurable) o ante la presencia de un activador químico (resina de autopolimerización), se rompe en dos radicales: benzoico y fenoico, cada uno con un radical o valencia excitante, esto induce la apertura de los dobles enlaces de las unidades estructurales del monómero para luego unirse entre sí para formar una cadena. Los activadores pueden ser físicos o químicos, dentro de los cuales el más utilizado es el integrado por aminas terciarias como la dimetil-p-toluidina y físicos el calor o la luz.

## Técnica de Moldeado por compresión para resinas Termopolimerizadas.

### Preparación del molde.

El molde de yeso piedra con la base y los dientes en su posición, se coloca y se fija con yeso a la mitad inferior de la mufila. Después de que endurece, se cubre con un agente como alginato de sodio para evitar que el yeso piedra o el de París que se vacía en la mitad superior de la mufila se adhiera con la inferior.

Aunque es posible llenar la mitad superior de la mufila en una sola maniobra, hay algunas ventajas con la técnica de dos vaciados o por capas.

La ventaja principal se aprecia durante el procedimiento de desmoldado. El vaciado de una pieza requiere que el técnico localice los dientes y retire el yeso sin dañar las superficies dentales.

El enmoldado en 2 piezas permite retirar con facilidad la capa y exponer los dientes; después se retira el yeso sin dañarlos con el equipo de desmoldado, se vacía el yeso en la parte superior de la mufila, sin cubrir el tercio oclusal e incisal de los dientes. Se efectúa una segunda mezcla del material y así se completa el llenado de la otra mitad de la mufila.

Después del fraguado del yeso, la mufila se calienta lo suficiente para ablandar la cera y después se separan las mitades. Los dientes permanecen en la mitad superior pues están fijos en el yeso, la cera se retira por completo del molde y cualquier residuo se desprende con agua hirviendo y detergente de uso doméstico en una proporción de una cucharada sopera por cada 1/2 litro de agua.

La proporción de polímero y monómero es de 3 a 1 en volumen o de 2 a 1 en peso. Es importante utilizar las proporciones correctas puesto que si se utiliza menos monómero este no humedecerá todo el polímero y el acrílico curado será granular. Se mezclan las proporciones correctas y se mantienen en un contenedor cerrado hasta que alcance el estado de masa.

Después del mezclado del monómero y el polímero el material pasa a través de las siguientes fases

Inicialmente se forma una mezcla parecida a la arena mojada; a medida que el polímero empieza a disolverse en el monómero, se vuelve pegajoso. Queda luego un material que es como una masa uniforme que ya no se adhiere al frasco del mezclado, este es el estado de masa correcto para llenar con el material (en la mufla preparada). Si la mezcla se deja demasiado tiempo, se vuelve demasiado consistente y luego rígida para ser moldeada de forma adecuada. El tiempo de trabajo de la masa depende de:

El tamaño de las partículas del polímero; cuanto más pequeñas sean las partículas, más rápido es la disolución y la formación de la masa.

El peso molecular del polímero cuanto más bajo sea, más rápido es la formación de la masa.

Los plastificantes presentes reducen el tiempo de formación de la masa.

Después de retirar completamente la cera del molde. Se deberá revestir las paredes del molde esto es generalmente con una solución de alginato; como el alginato de potasio reacciona con el calcio del yeso dental o yeso piedra del material del molde se forma una película de alginato cálsico insoluble.

Se realiza el relleno en el molde previamente fabricado y acondicionado, teniendo en cuenta que exista suficiente presión en el molde se hace un cilindro con resina y se dobla en forma de herradura y se coloca en la mitad superior de la mufla. Después se pone una hoja de poliestireno entre la masa y el espacio de moldeado. La finalidad es impedir la adhesión de la resina al molde al prensar las dos mitades de la mufla.

Curado: se calienta el molde relleno en un baño de agua; se deben controlar tanto la temperatura como el tiempo de calentamiento que nos proporcione el fabricante. Son importantes los siguientes principios: Si el material no queda curado o polimerizado del todo, la prótesis puede tener un alto contenido de monómero residual. Es importante evitarlo. La tasa de aumento de temperatura no debe ser muy alta. El monómero hierve a 108°C La resina no debe alcanzar esta temperatura mientras quede una considerable cantidad de monómero por reaccionar. La

reacción de polimerización es exotérmica. Por lo tanto, si una gran masa de material no curado o polimerizado se sumerge bruscamente en agua hirviendo, la temperatura de la resina puede elevarse por encima de  $108^{\circ}\text{C}$ , con lo que vaporiza el monómero. Esto causa porosidad por gases.

Enfriamiento: La mufla se debe dejar enfriar lentamente, nunca deberá haber un enfriamiento brusco. Durante el enfriado existe una diferencia en la contracción entre el material del modelo y el acrílico, la que causa tensiones dentro del polímero. Un enfriamiento lento permite aliviar estas tensiones de forma plástica. Los materiales curados a mayor temperatura tendrán mayores tensiones residuales, lo que hará que tiendan a deformarse.

Acabado y pulido: Se utiliza habitualmente una suspensión de piedra pómez molida muy finamente, en agua. El pulido final puede hacerse, por ejemplo, con blanco de España, utilizando una forma de suspensión en una gamuza suave mojada, se deberá tener cuidado de no sobre calentar la prótesis.

## SORCIÓN ACUOSA Y SU SIGNIFICACIÓN CLÍNICA.

¿ Cómo fenómeno general?

Por lo regular el término sorción se utiliza para incluir los siguientes fenómenos:

Adsorción es la adhesión de moléculas de un gas, líquido o sustancia disuelta, o de partículas, a la superficie de una sustancia sólida.

Absorción es la asimilación de moléculas dentro de una sustancia líquida o sólida.

¿ Cómo fenómeno particular de acrílicos?

La sorción de agua en los acrílicos y en específico en el polimetacrilato de metilo se debe a las propiedades polares de las moléculas de resina. Sin embargo se ha determinado que el mecanismo consiste en la difusión de las moléculas de agua según las leyes de difusión. El coeficiente (D) de una resina acrílica termocurable típica para prótesis es de  $1.08 \times 10^{-2}$ /s a 37 °C (99°F).

¿Qué provoca en una prótesis?

Como la difusión de agua separa las moléculas, estas se tornan más móviles.

De esta manera se liberan tensiones inherentes que producen relajación consecuente y posible cambio en la forma de la prótesis.

La resina se expande de manera lineal 0.23% por cada 1% de aumento de peso por agua absorbida.

En asociación con sorción de agua está la capacidad de ciertos microorganismos para colonizar la superficie de adaptación de las prótesis de acrílico, (no está claro si microorganismos como *Cándida albicans* existen sobre la superficie de las prótesis o si atraviesan las capas externas.

Una alta captación de agua en equilibrio puede ablandar una prótesis.

## TÉCNICA DE CURADO DE RESINAS ACRÍLICAS POR ENERGÍA DE MICROONDAS.

### **ANTECEDENTES HISTÓRICOS.**

En 1968, Nishii fué el primero en reportar el uso de energía de microondas para polimerizar los materiales para base de dentaduras, concluyendo que las propiedades físicas de las resinas curadas por el método de microondas eran tan satisfactorias como las resinas curadas con el método convencional.

Desde entonces, otros investigadores han estudiado sus efectos de la técnica de curado por microondas de resinas acrílicas para base de dentaduras. (18).

Kimura (1983). Reporta que los mejores resultados para el curado con microondas se dan a 3 minutos de curado a 500w. (16).

En 1984. Estudia la adaptabilidad de las resinas curadas por microondas y aquellos curados por el método convencional, reportando la discrepancia del espacio entre las bases de dentaduras y el modelo de yeso que era más pequeño que los curados con el método convencional. (16).

La reflexión de las microondas por las muflas metálicas es un problema. Kimura y Teraka (1984). Utilizan muflas especiales fabricadas con una resina de poliéster de fibra de vidrio reforzada y estas son apretadas con tornillos de policarbonato. Kimura et al. (1983 y 1984). Dan las siguientes ventajas: reducción en el tiempo de curado (3 min. ), cambios mínimos de color y una adaptabilidad superior.(5).

Reitz et al (1985). Compararon algunas propiedades físicas de unas tiras de resina de 25x12x2.5mm curados por microondas con aquellas curadas por el baño convencional de agua. Una mufla especial hecha con fibra de vidrio reforzada y tornillos de policarbonato se utilizaron. No se encontró una diferencia significativa en la dureza o fuerza transversal. Se descubrió una

porosidad en las secciones más gruesas de la resina, pero se redujeron bastante bajando el voltaje, incrementando el tiempo de curado y utilizando una mesa rotatable. (18).

Bafile et al (1985). Compararon la porosidad total de la resina curada por microondas con la resina curada por método convencional. No encontrando diferencias significativas en la porosidad total entre el grupo controlado y grupos de experimento procesados con microondas y un líquido especial (Micro Liquid, H.D.Justi Co, Oxnard, Calif). Cuando no se utilizó el líquido especial ocurrió una porosidad significativa en secciones con un grosor de 10mm. Bafile concluyó que el curado de las resinas por microondas se podría lograr sin porosidad cuando el líquido especial y el voltaje en combinaciones de tiempo se utilizaran. (18).

Hayden et al (1986). Establecen que no ocurrió curado a bajas potencias. (16).

Investigó la fuerza de flexibilidad de las resinas que se curaron ya sea por microondas o por el método convencional y no encontró diferencias. (5).

De Clerck (1987). Descubrió el desarrollo de resinas polimerizadas por microondas y encontró que tenían proporción inferior de monómero residual en comparación del método convencional. Reporta que se obtiene mejor resultado a 8 minutos a poder máximo. (4).

En (1987). Tiebout y Wespel y Dori et al. Descubren un incremento en la porosidad de muestras más gruesas de (3cm o más) al ser procesadas en microondas. (17).

Troung y Thomas et al. (1988). Encontraron un incremento en la porosidad asociada con el tiempo de procesado y el voltaje. (17).

En (1989) Shosbeg et al. Demostraron que la polimerización con microondas de poli (metil metacrilato) puede ser utilizada exitosamente para prótesis removible. (7).

Levin et al. (1989). Notaron que las mufas se rompen después de procesar varias dentaduras. (16).

Alkhatib et al. (1990). Demostraron que las diferentes resinas de acrílico para dentaduras pueden requerir de diferentes tiempos de ciclo de procesamiento. (7).

Bafle et al. (1991). Encontraron que las muestras procesadas inicialmente a 90W por 13 minutos después 450W por 2 minutos. Tenían la menor porosidad para las secciones gruesas de resina. (16).

## ANTECEDENTES RECIENTES.

### Procesamiento de dentaduras utilizando una técnica de microondas.

Por: S.G. LIBAY, S. Guvener y H.N. Alkumbru. Journal of Rehabilitation, 1994.

En esta investigación se estudió la técnica de curado de resinas de acrílico que se usan como base para dentaduras mediante la energía de las microondas, con respecto al método de polimerización, dureza y propiedades físicas y mecánicas. Se utilizaron 21 variantes de polimerización mediante la variación de la potencia de radiación y el tiempo de curado. Se aplicó la prueba de la dureza de Vickers a las muestras que fueron polimerizadas. Se halló que el valor promedio es de 22.46 VHN (Número Vicker de dureza), esto es, casi el mismo valor del acrílico curado de manera convencional. El método recomendable de polimerización por curado del acrílico fué 3 minutos a 550W en un horno de microondas. Se aplicaron pruebas mecánicas y físicas a las muestras que fueron curadas con el método de polimerización recomendado. El valor de fractura ante una carga promedio transversal hallado fué de 7.6kg y el valor del ángulo de desviación transversal fué de 1.5mm a 3500g y 2.9mm a 5000g. La absorción de agua de la resina curada de acrílico mediante energía de microondas fue de 0.72mg cm<sup>-3</sup> y la tasa de solubilidad en el agua fué de 0.038mgcm<sup>-2</sup>. Los resultados están conforme a las especificaciones de la ADA.

Los hallazgos demostraron que la resina de acrílico curada por energía de microondas es más resistente a la falla mecánica en comparación al acrílico curado convencionalmente y que esta técnica puede ser aplicada con seguridad en la producción de bases para dentaduras.

En nuestro estudio la proporción de sorción de agua de los acrílicos y su tasa de solubilidad estuvieron de acuerdo con las especificaciones de la ADA.

En la literatura sobre las resinas de acrílico curadas mediante microondas, no hay datos sobre la sorción y solubilidad de los acrílicos. (16).

**Procedimiento con microondas para reparación, restablecimiento y realineación de dentaduras.**

Michael D. Turck, DDS, and Mark W Richards, DDS.  
( J PROSTHET DENT 1992.)

Un procesamiento con microondas ha demostrado ser un método eficiente y exacto de polimerización de resinas de polimetilmetacrilato para la fabricación de dentaduras. Este artículo describe los procedimientos para expandir los usos de la técnica de microondas.

Con procedimientos estandar de laboratorio, la técnica de microondas puede mejorar y simplificar las reparaciones, el restablecimiento y la realineación de dentaduras parciales. (7).

**Efecto de la irradiación con microondas sobre la resistencia a la flexión y niveles residuales de monómeros.**

N. YUNUS, A. HARRISON and R. HUGGETT.  
Journal of Oral Rehabilitation, 1994.

Se comparó el grado de polimerización de un material de reparación de resinas de acrílico, de acuerdo a lo establecido por la estimación de monómeros residuales, utilizando tres diferentes métodos de polimerización, por ejemplo, curado en banco (Bench cure), curado en hidrofrasco y curado con irradiaciones de microondas.

La resistencia a la reparación de una resina polimerizada por el calor fué entonces evaluada después de las reparaciones utilizando cada una de los tres métodos. Con el curado de irradiación de microondas se lograron los niveles más bajos de monómeros residuales.

También se demostró que de los tres métodos, la polimerización con horno de microondas produjo una mejor reparación. (8).

**Exactitud dimensional de las resinas curadas por microondas.**

Phillip W. Wallace, DDS, Generald N. Graser, DDS, MS, Michael L. Myers. J PROSTHET DENT 1991.

Este estudio compara las exactitudes dimensionales de las bases de dentadura curadas por microondas y bases curadas utilizando métodos convencionales.

El grupo controlado consistía de bases polimerizadas en un tanque de curado Hanau. Los cuatro grupos experimentales consistían de bases curadas por microondas utilizando varias combinaciones de watts /tiempo y los líquidos.

Se encontraron diferencias insignificantes entre el grupo controlado y varios de los grupos procesados con microondas en dos de las cinco dimensiones. (18).

**Comparación de las resistencias de adherencia de dos materiales para dentadura curados con microondas y baño de agua.**

Greta A.V.M. Geerts y H. Jooste.  
Journal of Prosthetic Dentistry. 1990.

Se hizo una comparación de las resistencias a la deformación causada por esfuerzo cortante entre metacrilato de polimetil curado en baño de agua de manera convencional o polimerizado con microondas adherido a los dientes de la dentadura. Cuatro grupos de 15 especímenes fueron preparados y mediante métodos de evaluación estandarizado de laboratorio se obtuvieron las resistencias adherentes a la deformación por fuerzas cortantes. Los resultados demostraron que el polimetil metacrilato curado con microondas muestra resistencias significativamente mayores en comparación al polimetil metacrilato convencional y que la preparación de la superficie dental de la dentadura con un monómero líquido produjo resistencias adherentes significativamente mayores en comparación a otros tratamientos de superficie. (4).

**Uso de energía de microondas para procesar resinas acrílicas.**

Bernard Levin. D.D.S., M.Ed., Jhon L. Sanders, D.D.S.\*\* and Philip V Reitz.D.D.S. J PROSTHED DENT 1989.

La energía de microondas ha demostrado ser una fuente de calor aceptable para procesar las resinas acrílicas. Pruebas para las propiedades físicas y otras aplicaciones deberán ser continuadas. Nuestras investigaciones han demostrado que las características físicas importantes de la resina curada por el microondas son aproximadamente las mismas que las resinas curadas por el método convencional. (5).

**Controlando la porosidad de acrílicos procesados con microondas.**

By Thad P. Taubert, CDT and Tomas L Nowlin, DDS,MA. (1992).

El propósito del estudio fué investigar la relación de las técnicas de curado de banca, el tiempo de procesado y voltaje de microondas en cuanto a porosidad.

Los resultados de este estudio indican que variando el tiempo de procesado, incluyendo el curado en banca, se puede controlar o eliminar la porosidad cuando se procesa con microondas. (17).

## TÉCNICA TERMOCURABLE CON MICROONDAS.

Como en el método tradicional, el frasco y el modelo deben ser lubricados para evitar que se pegue. Aún cuando los fabricantes de frascos no recomiendan lubricarlos, éstos parecen conservarse mejor por más tiempo. También, como en la técnica tradicional de baño de agua, se usan tres cuartos de yeso y un cuarto de yeso piedra para enfrascar la férula. El primer vaciado cubrirá todo excepto el encerado quedando seguro que no hay hendiduras o arrugas. Cuando el yeso ha fraguado, puede ser lubricado con vaselina teniendo cuidado de no colocarlo sobre la cera.

Al colocar la porción superior del frasco sobre la inferior, está listo para el segundo vaciado. Hágase la misma mezcla como antes, cúbrase toda la cera con cuidado asegurándose de no atrapar burbujas de aire y llenado el frasco hasta tener suficiente para ser eliminado por los orificios. En este proceso ocurre una diferencia en este punto y es que los frascos tienen tres tornillos cada uno. En este momento, deben colocarse en el frasco, apretarse a mano y con una llave, apretar un cuarto de vuelta, no más, de lo contrario, el tornillo podría romperse, pues está hecho de un tipo de nylon. Una vez que el yeso ha fraguado, está listo para ser hervido, en vez de colocar el frasco en agua hirviendo durante cinco minutos, colóquese en el horno de microondas y cocínese a 70% de su poder por aproximadamente un minuto y 10 segundos. Como los hornos de microondas varían, esto puede cambiar, por lo que este tiempo es dependiente de cada horno individual. Se abre el frasco después de aflojar los tornillos, la cera debe estar blanda pero no completamente derretida. Se enjuaga cada mitad y se talla con detergente en polvo. Enjuáguese otra vez con agua hirviendo, permitiendo secar; enseguida aplique una hoja de celofán a ambos lados quitando cualquier exceso. Ahora es el momento de la mezcla de acrílico. Úsese cualquier acrílico termocurable mezclado según las instrucciones del fabricante. Después colóquelo hasta alcanzar la etapa de masa y se procede al empaquetado, el cual se hace como antes colocando el rollo de acrílico sobre los dientes, y póngase una hoja de celofán sobre el acrílico y ambas mitades del frasco juntas y colóquese en la

prensa hasta alcanzar los 3000psi. Abra el frasco y desprenda el exceso de acrílico, cierre una vez más dejando fuera la hoja de plástico y gradúese a 3000psi en la prensa otra vez, déjese por dos a tres minutos, quítese y coloque sus tornillos en el frasco, apriete a mano los tornillos y mediante una llave ajústelos un cuarto de vuelta.

El tiempo de curado y el nivel lo determinará el fabricante, cuando el horneado está terminado debe escurrir humedad del frasco. Esto indica que el frasco se calentó lo suficiente para curar el material de la férula. Tome el frasco del horno y permítale enfriarse a la temperatura ambiente como antes. El desenfrascado se hace de la misma forma excepto que primero se quitan los tornillos.

## CURADO POR MICROONDAS.

Este método ha sido adoptado por los protesistas dentales ya que para ellos refleja muchas ventajas importantes como son el tiempo de procesado, la limpieza del mismo, y no ocupar tina de agua caliente.

Se cree que conforme pase el tiempo y se tenga más bibliografía positiva al respecto se difundirá de gran modo el uso de esta técnica.

El calentamiento por microondas no es igual al calentamiento por conducción térmico, por lo que este sistema es útil para elevar la temperatura de los materiales que tienen baja conductividad térmica, la diferencia entre el calor de conducción y el dieléctrico es que con este, lo de adentro y lo de afuera se calienta igualmente en este proceso la energía de ondas electromagnéticas es convertida a energía calorífica como resultado de las pérdidas dieléctricas dentro de la sustancia que esta penetra. Siendo más explícitos, las microondas causan que las moléculas de agua dentro de la sustancia - vibren de 2 a 3 billones de veces por segundo, para así de este modo, producir un fenómeno de fricción, resultando por consecuentemente un calentamiento de la sustancia.

Cuando los materiales dieléctricos son colocados en el área de microondas, ocurre fricción molecular y ellos son calentados rápidamente.

La energía de microondas es generada en un oscilador que recibe el nombre de magnetrón.

## ESPECIFICACIÓN PARA POLÍMEROS DE BASE DE DENTADURA No.12 DE LA ASOCIACIÓN DENTAL AMERICANA.

Preparación de muestras para la prueba de sorción

**4.3.1.2. Preparación de muestras** de prueba de polímero curado para sorción, solubilidad, deflexión transversal y pruebas de estabilidad del color. Para resinas de tipo 1 o tipo 2 envasadas en moldes rígidos. Las muflas serán sumergidas en agua hirviendo y sucesivamente lavadas con solución detergente biodegradable y agua limpia hirviendo. Después el molde se enfriará hasta que alcance una temperatura confortable en la mano desnuda, y sea barnizado (pintado) con uno o más capas de un compuesto de alginato no diluido sustituto de hoja delgada. El horneado de materiales no requiere temperaturas elevadas será puesto a  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  antes de envasarse. La preparación de moldes para resinas requieren entibiar o calentar los moldes y se realizará de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Muestra de polímeros tipo 1 será procesada de acuerdo al siguiente calendario. Diez minutos después de alcanzar la plasticidad especificada, se mantendrá en una mufla (sujeta a banco/ sujeta / en un tornillo de sujeción) que será sumergida en agua a  $73 \pm 1^\circ\text{C}$  por una hora y media y mantenida sumergida en agua hirviendo por 30 minutos. Cuando el calendario de calentamiento haya sido completado, la mufla en el sujetador (tornillo de sujeción) será enfriada en aire a  $23 \pm 10^\circ\text{C}$  por 30 minutos o más y después sumergida en agua a  $23 \pm 10^\circ\text{C}$  por 15 minutos. Para polímeros del tipo II y III, se seguirán las instrucciones del fabricante.

**4.3.3 SORCIÓN DE AGUA.** La prueba de sorción de agua, deberá ser hecha en duplicados sobre los discos que tengan 50+-1mm. En diámetro y 0.5+-0.05mm de grosor. Estos especímenes deberán ser formados en un molde de acero inoxidable o un molde de yeso para duplicarse como se ha apropiado. La cubierta de yeso para el molde deberá ser formada en otra de vidrio plano o superficie metálica para obtener una superficie plana y lisa. La resina será introducida en el molde como lo señala el fabricante excepto el envase pueda perturbar (dañar) la capa de hoja de estaño sustituta. Los discos obtenidos serán de aproximadamente 0.88mm de ancho. Cada muestra será reducida a la tolerancia, quitando al menos 0.15mm de cada superficie para aceptar manipulación metalográfica o procedimientos de maquinaria cortante empleando papeles abrasivos en arenisca (Tamaño de grano) de 120, 240, 400 y 600. Los papeles abrasivos deberán ser sumergidos en agua durante los procedimientos de pulido. Todas las superficies del disco serán suaves, y la parte superior e inferior serán planas. Los discos deberán ser secados en un desecador que contenga sulfato de anhídrido de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ) o gel sílica (secado frecuente a  $130^\circ\text{C}$ ) a  $37 \pm 2^\circ\text{C}$  por 24 horas, repitiéndose el ciclo hasta que la pérdida de peso sea menor a 0.5mg en 24 horas. Los discos después serán sumergidos en agua destilada a  $37^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$  por 7 días, al cabo de los cuales los discos serán removidos del agua con pinzas, secadas con una toalla de mano limpia hasta que no haya humedad visible, ventilados al aire por 15 seg. Y pesados un minuto después de sacarlos del agua. El valor para la sorción del agua se calculará de la siguiente manera para cada disco: [masa después de sumergirse (mg) - masa acondicionada (mg)] / área superficial ( $\text{cm}^2$ ) = sorción ( $\text{mg}/\text{cm}^2$ ).

El promedio de los valores determinados para dos discos deberá ser registrado lo más cercano de  $0.01\text{mg}/\text{cm}^2$ . El valor final (promedio de las dos determinaciones) deberá ser redondeado lo más cercano a  $0.1/\text{cm}^2$ . Si el valor final cae a la mitad entre los dos números, se registrara el número par.

## Planteamiento del problema.

La sorción acuosa es un fenómeno que altera - en diferente medida - la microestructura de algunos materiales usados en odontología.

Uno de esos materiales es el acrílico usado para la elaboración de prótesis. Tradicionalmente, el acrílico empleado para prótesis definitivas ha sido polimerizado por inmersión en agua caliente, previo enmuflado. En la actualidad, una técnica alternativa de polimerizado ha tomado auge: Las microondas, y es importante valorar las magnitudes de los distintos fenómenos que se presentan cuando el material está en servicio clínico.

La revisión de la literatura disponible arroja pocos datos con respecto a la sorción acuosa de acrílicos polimerizados por este nuevo método.

## Justificación.

El presente estudio se realizará basándose en que existe un método alternativo para el curado de resinas acrílicas termopolimerizadas en baño de agua. (Método convencional).

Este método alternativo: Es el curado de resinas acrílicas termopolimerizadas por emisión de microondas que tiene aceptación por algunos protesistas, ya que con éste método se ahorra tiempo, es más limpio y no requiere equipo sofisticado.

Sin embargo, siendo un método relativamente nuevo, no existe suficiente información emanada de pruebas que reporte variables en su comportamiento clínico.

Por las razones antes mencionadas se determinó realizar el estudio con el fin de cuantificar la sorción acuosa de las resinas acrílicas termopolimerizadas por ambos métodos.

## **Objetivo General.**

Cuantificar y comparar los niveles de sorción acuosa de acrílicos termopolimerizados por dos métodos: Inmersión en agua caliente y microondas.

## **Objetivos Específicos.**

- Polimerizar acrílicos por inmersión en agua caliente.
- Polimerizar acrílicos mediante la emisión de microondas.
- Desecar la totalidad de muestras.
- Sumergirlos en agua.
- Cuantificar la sorción acuosa.
- Comparar resultados.

## **Objetivo General.**

Cuantificar y comparar los niveles de sorción acuosa de acrílicos termopolimerizados por dos métodos: Inmersión en agua caliente y microondas.

## **Objetivos Específicos.**

- Polimerizar acrílicos por inmersión en agua caliente.
- Polimerizar acrílicos mediante la emisión de microondas.
- Desecar la totalidad de muestras.
- Sumergirlos en agua.
- Cuantificar la sorción acuosa.
- Comparar resultados.

## **Hipótesis.**

En base a la literatura revisada en el sentido de no presentarse diferencias significativas en otros aspectos de comportamiento clínico, la sorción acuosa de una resina termopolimerizada por microondas no será significativamente diferente a la mostrada por la resina termopolimerizada por el método convencional.

## MATERIAL.

Acrílico IVOCLAR (Pro Base Hot) termocurable tipo I clase I.  
Agua destilada.  
Alambre de ortodoncia.  
Báscula  
Cera calibrada del número 28.  
Conformador de especímenes.  
Desecador.  
Espátula de lecrom.  
Espátula de yesos  
Estufa Hanau con termostato y reloj.  
Frasco de vidrio.  
Horno de microondas con plato giratorio y potencia variable (Low, Medium, Hight). Panasonic.  
Lijas de agua del # 120, 240, 400 y 600.  
Ambientador.  
Mufla de cobre. (Hanau).  
Mufla de policarbonato (Microcryl, Avantec Dental).  
Pincel.  
Prensa Hidráulica.  
Probeta graduada.  
Separador de yeso marca nixon.  
Taza para yeso.  
Vaselina.  
Vernier.  
Vibrador (Wipmix).  
Yeso tipo III marca Magnum.

## MÉTODO.

### **Técnica Convencional o baño de agua.**

Se colocó una capa delgada de vaselina para lubricar la mufla de cobre Hanau. Después se vertió el yeso tipo III sobre la parte inferior de la mufla con sus respectivas proporciones de polvo y líquido, teniendo en cuenta las indicaciones del fabricante (vibrando la mezcla en un vibrador para eliminar las posibles burbujas de aire). Antes de que el yeso fraguara se incluyó el conformador de muestras en la parte inferior de la mufla. Posteriormente se vertió yeso en la parte superior de la mufla, llevándola al vibrador para eliminar las posibles burbujas de aire y que tuviera una superficie lisa y regular. Una vez fraguada la parte inferior con el conformador de muestras y la parte superior por separado, se aplicaron dos capas de separador de yeso a cada una y se dejó secar.

Respetando la relación polvo líquido del fabricante se mezcló en un frasco de vidrio el acrílico termopolimerizable con una espátula de lecom dejándolo reposar hasta adquirir una consistencia de masa para entonces ser empacado en la mufla, esto por espacio de ocho minutos teniendo cuidado de mantener cerrado el frasco. (Foto núm. 1). Al término de este lapso se retiró la masa del frasco y se homogeneizó manipulándola, se llevó a la mufla para el empacamiento utilizando una prensa manual. (Foto núm. 2). Teniendo la mufla presionada en la prensa se llevó a la estufa Hanau, para el curado de la muestra y se introdujo en el agua de la estufa a temperatura ambiente, elevándola hasta alcanzar 100°C después hirvió por 45 minutos. (Fotos núm. 3 y 4).

El enfriamiento se llevó a cabo por 30 minutos a temperatura ambiente, como lo recomendó el fabricante.

Este proceso se realizó 10 veces para la obtención de 10 muestras.

**Se obtuvieron muestras con medidas de 0.90mm de grosor y 5 cm de diámetro. Estas fueron rebajadas de ambos lados empleando papeles abrasivos con número de grano de # 120, 240, 400, 600**

durante el pulido se lubricó con agua. Los discos después del pulido registraron dimensiones de 5cm de diámetro y  $0.5 \pm .05$ mm de grosor los cuales fueron secados con papel absorbente y colocados en un desecador que contenía gel sílica por un lapso de 24 horas. (Fotos núm. 5-6). Posteriormente se pesaron teniendo el cuidado de no tomarlos sin guantes, este ciclo se repitió cuantas veces fué necesario hasta que la pérdida de peso de los especímenes no fuera mayor que 0.5mg. Entonces las muestras fueron sumergidas en agua destilada a 37°C por 7 días, para lo anterior se elaboraron bases individuales de alambre de ortodoncia para cada disco. (Fotos núm. 7-8). Al término de este tiempo los discos fueron removidos del agua con pinzas y guantes, secados con toalla absorbente hasta estar libres de humedad visible, se dejaron ventilar al aire libre por 15 segundos y fueron pesados un minuto después de haber sido removidos del agua.

Foto número 1.

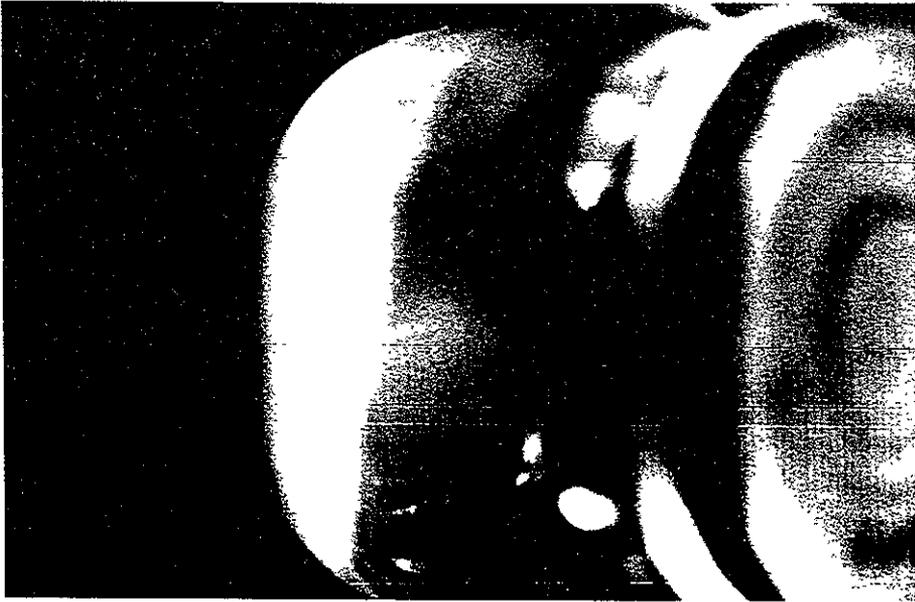


Foto número 2.

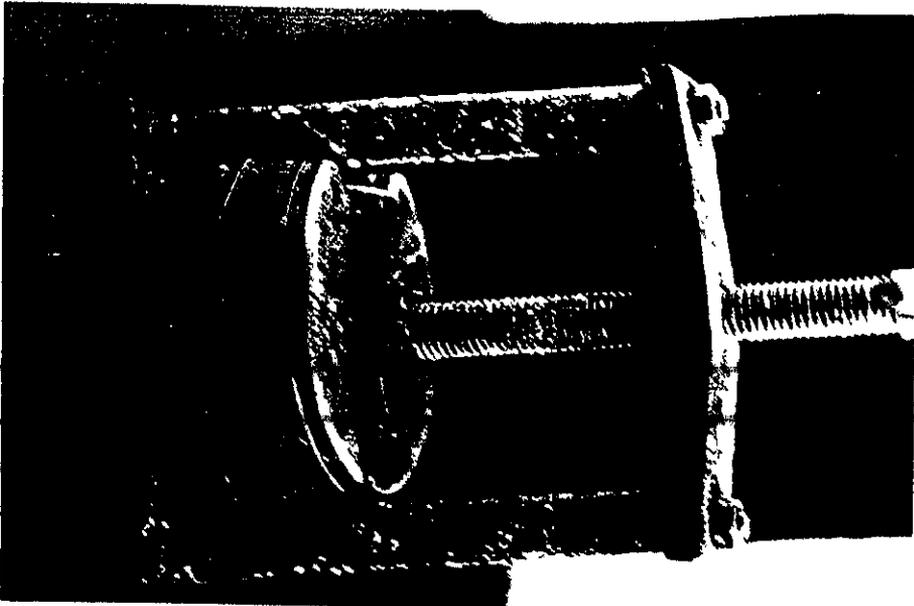


Foto número 3.

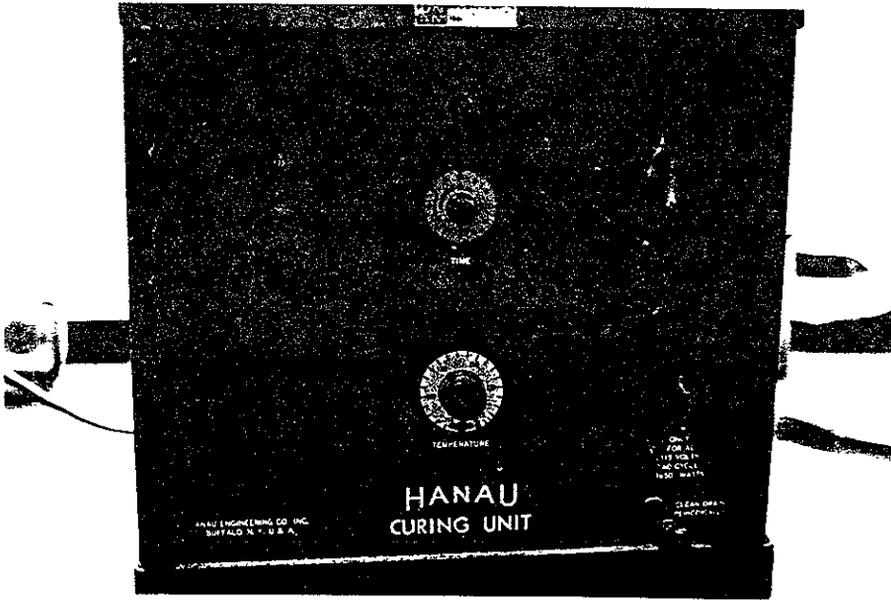


Foto número 4.

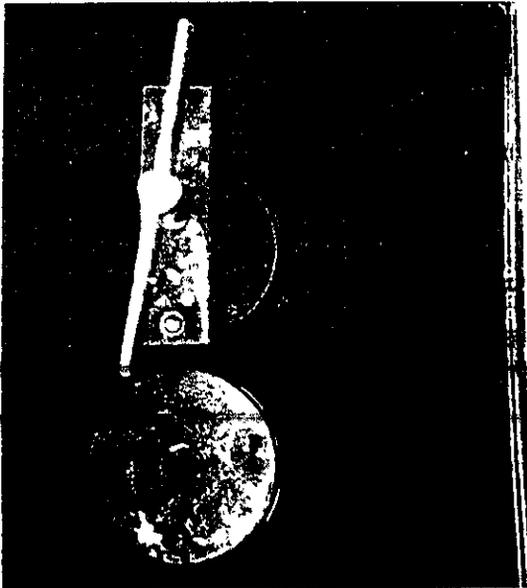


Foto número 5.

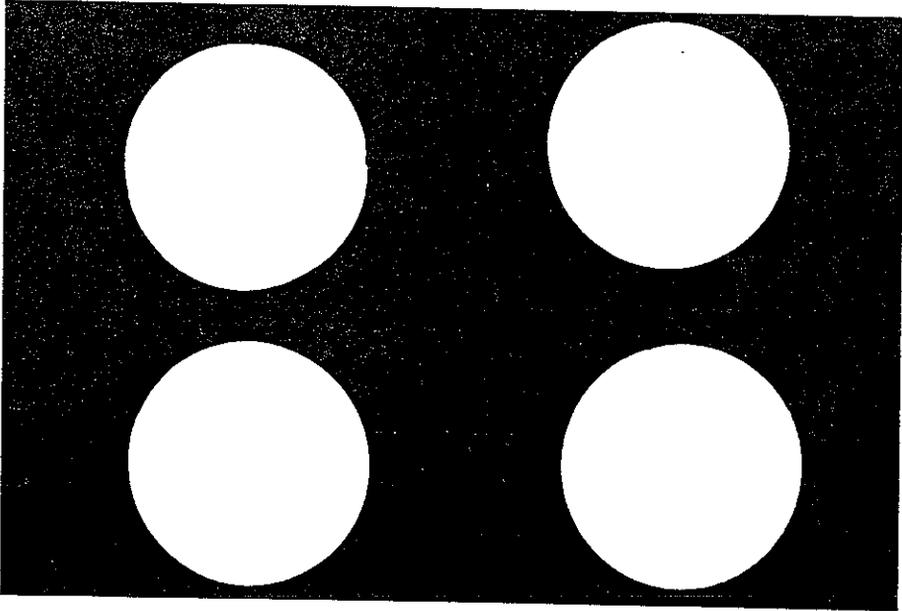


Foto número 6.

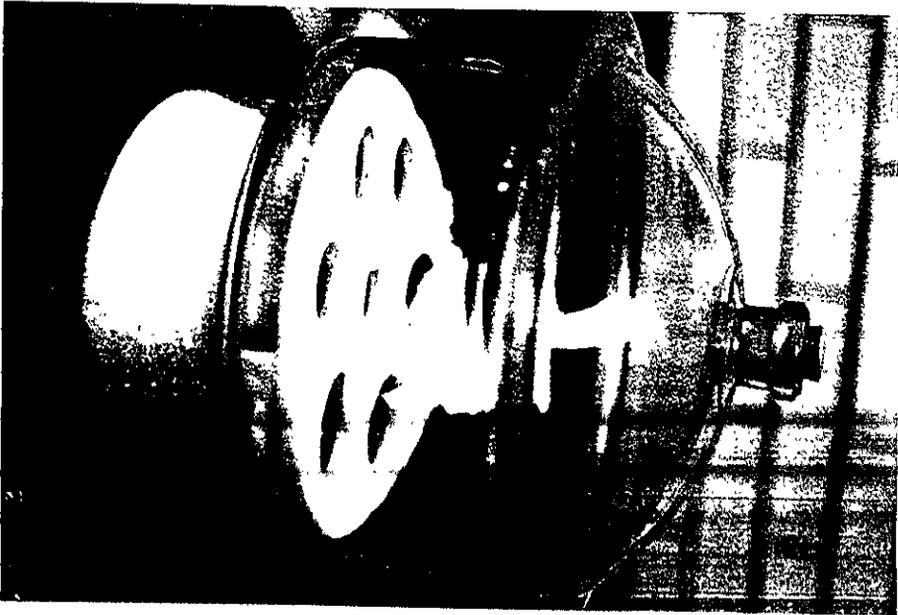


Foto número 7.

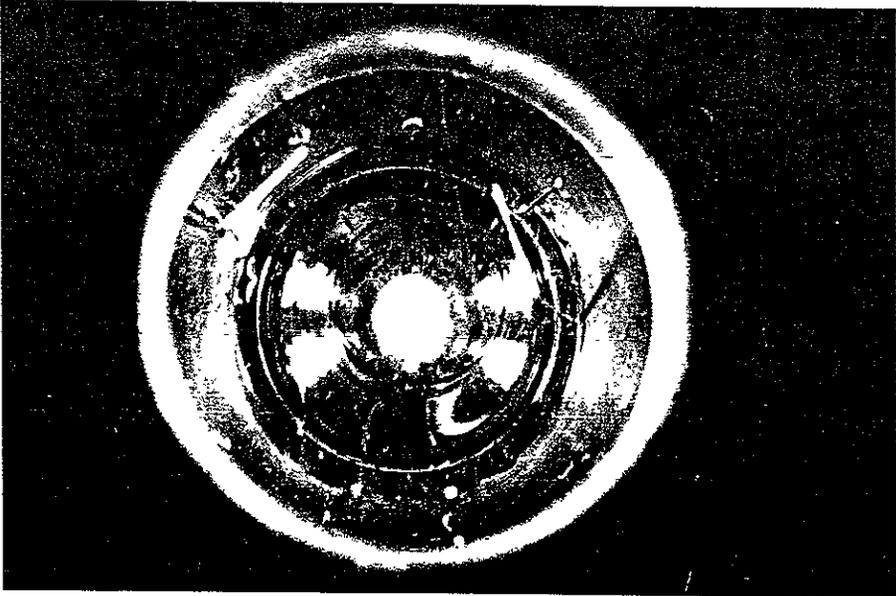
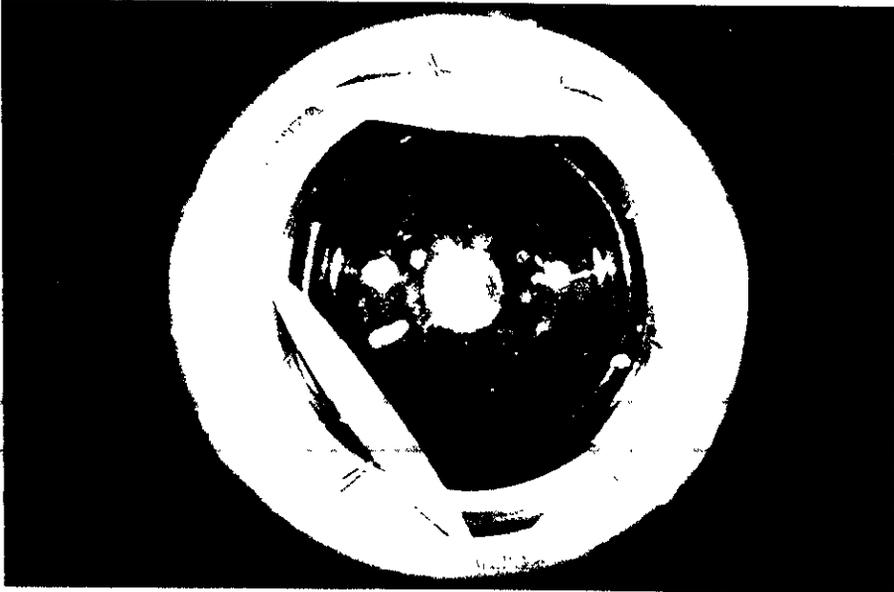


Foto número 8.



## MÉTODO.

### Técnica termocurable con microondas.

La mufla de policarbonato fué lubricada con una capa delgada de vaselina. (Foto núm. 1). Después sé vertió el yeso tipo III sobre la parte inferior de la mufla con las relaciones de agua – polvo estipuladas por el fabricante y efectuándolo en un vibrador para evitar atrapar burbujas de aire.

Se elaboraron discos de cera calibrada con un diámetro de 5cm y un grosor de 0.90mm, para que sirvieran como molde para el enmuflado de la resina acrílica. (Foto núm. 2). Antes de que terminara el fraguado del yeso de la parte inferior de la mufla de policarbonato se incluyó un disco de cera, después se le aplicaron 2 capas de separador de yeso y se colocó la parte superior y se procedió a verter el yeso hasta completar la parte superior, una vez fraguado se separaron ambas partes y se prosiguió con el desencerado con agua hirviendo.

Respetando la relación polvo-líquido de acrílico termopolimerizable, indicado por el fabricante, se mezclaron en un frasco de vidrio con una espátula de lechrom, dejándolo reposar hasta adquirir una consistencia de masa para entonces ser empacado en la mufla; lo anterior por espacio de 8 minutos, teniendo el cuidado de mantener el frasco cerrado. (Foto núm. 3). Al término de este tiempo se retiró la masa del frasco, se homogeneizó manipulándola, se llevó a la mufla para el empacamiento utilizando una prensa, efectuando una presión no mayor de 1200psi. (Foto núm. 4). Después del prensado de la mufla se colocaron los tres tornillos en la mufla, apretándolos con una llave. (Foto núm. 5).

El curado se realizó en un horno de microondas (Panasonic). (Foto núm. 6). En dos etapas: La primera a una potencia baja (Low) durante 12 minutos, la segunda a una potencia mediana (Medium) por un minuto.

El enfriamiento se llevó a cabo a temperatura ambiente por 30 minutos.

Este proceso se repitió 10 veces para la obtención de las 10 muestras de acrílico.

Los discos obtenidos tenían un diámetro de 5cm y un grosor de 0.90mm, los cuales fueron rebajados de ambos lados con papeles abrasivos con números de grano de # 120, 240, 400,600, durante el proceso de pulido fueron sumergidos en agua. Se obtuvieron discos de 5cm de diámetro y  $0.50\pm 0.05$ mm de grosor (Foto núm. 7) Los cuales se introdujeron en un desecador que contenía gel sílica por un lapso de 24 horas, posteriormente se pesaron tomándolos con guantes para evitar contaminarlos, este ciclo de desecado fué realizado hasta que la pérdida de peso de cada disco no fuese mayor de 0.5mg en un período de 24 horas. Realizado lo anterior los discos fueron sumergidos en agua destilada por 7 días a 37°C; para lo cual se realizaron bases individuales con alambre de ortodoncia para que se mantuvieran en una posición viable en el contenedor de agua destilada. (Fotos núm. 8 y 9).

Cumpléndose este lapso fueron removidos del agua con pinzas y utilizando guantes, fueron secados con papel absorbente hasta estar libres de humedad visible, se dejaron ventilar por 15 segundos y se pesaron un minuto después de haber sido removidos del agua.

Foto número 1.

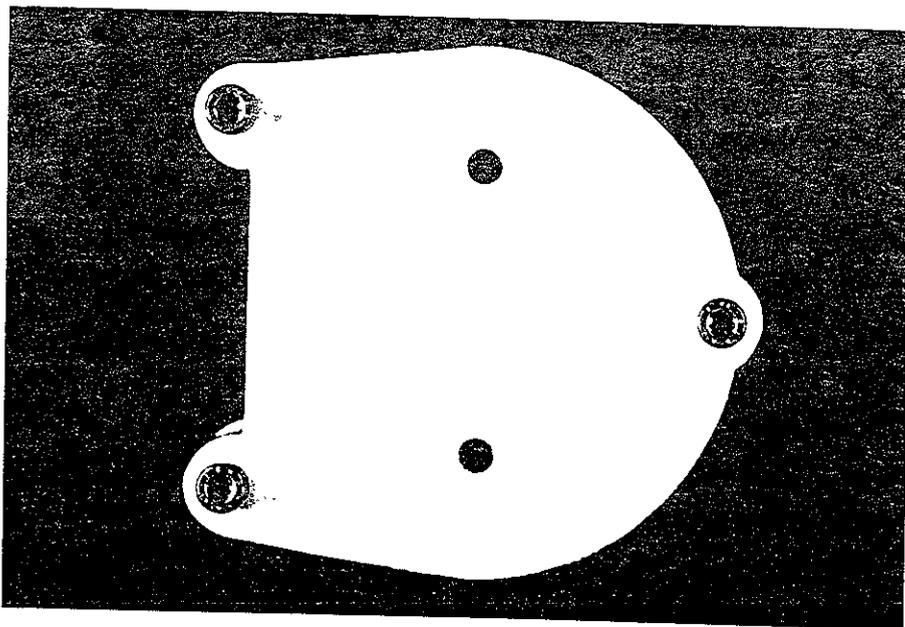


Foto número 2.

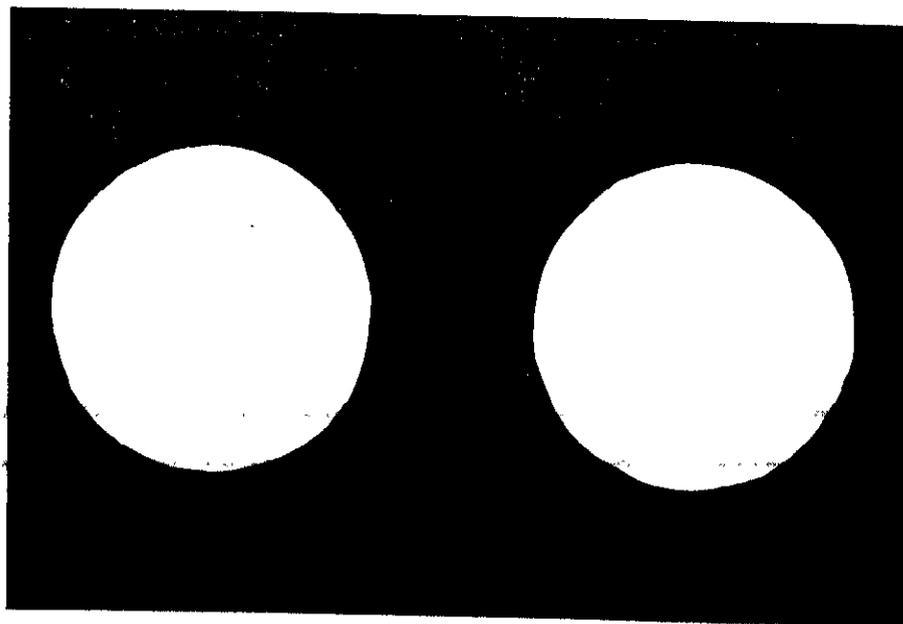


Foto número 3.

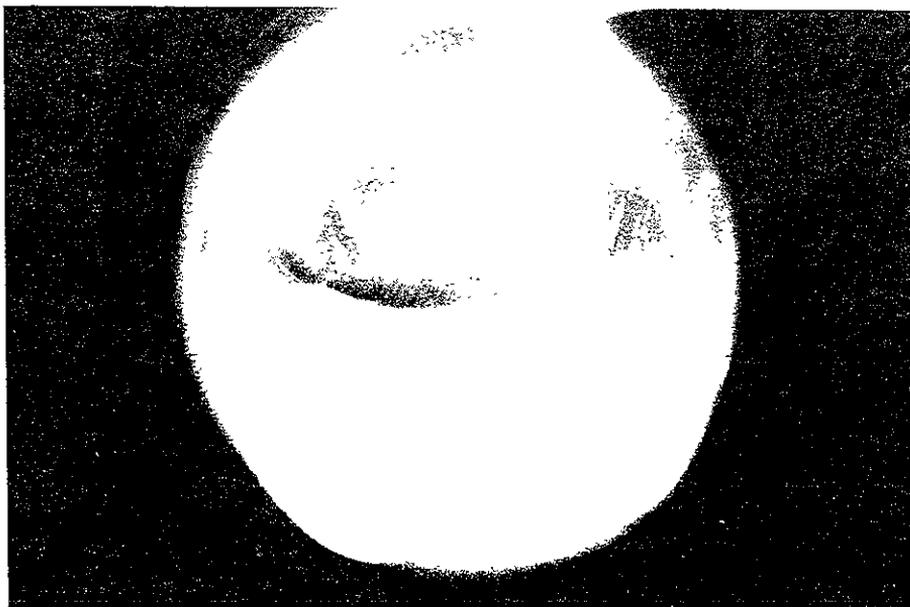


Foto número 4.

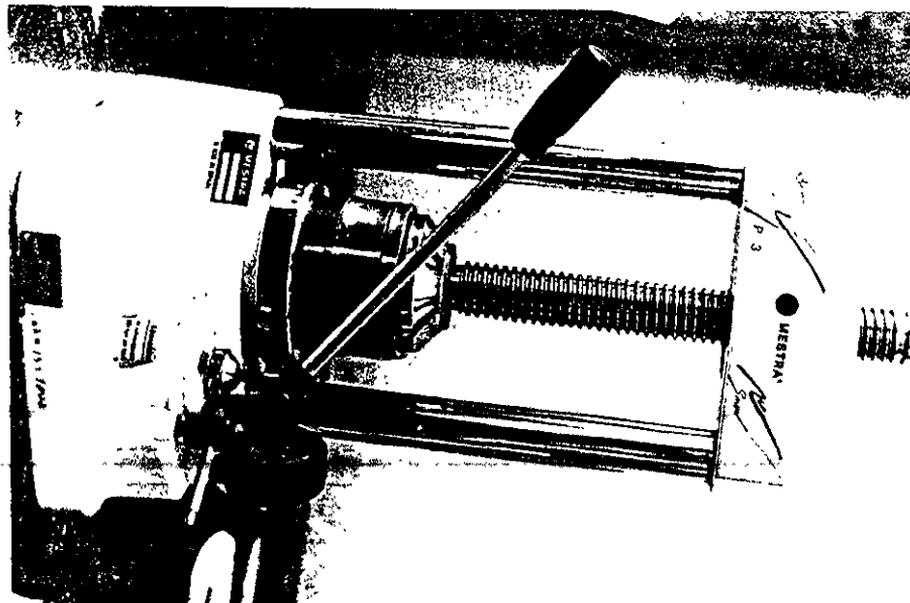


Foto número 5.

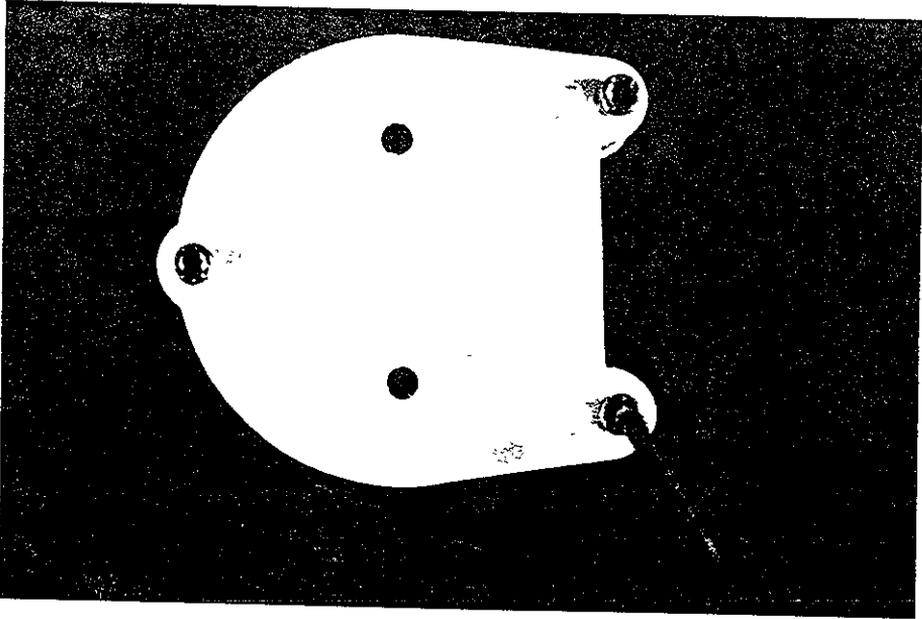


Foto número 6.

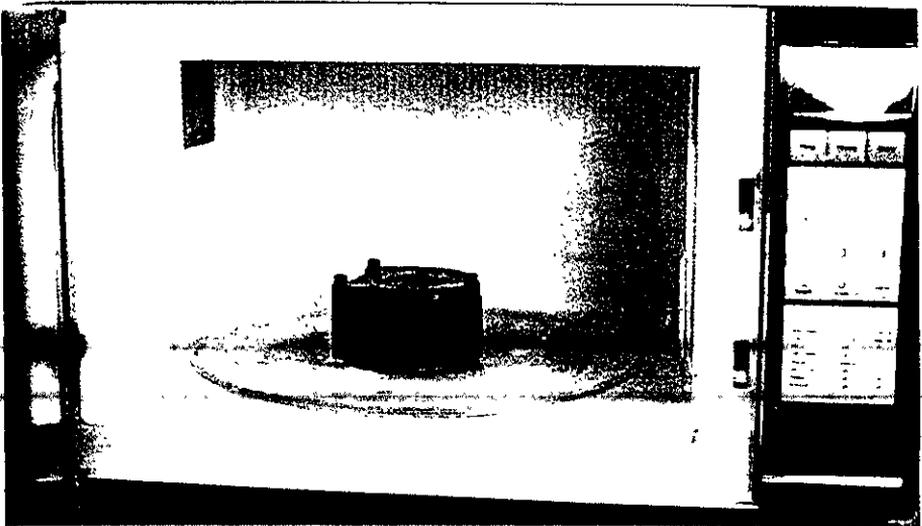


Foto número 7

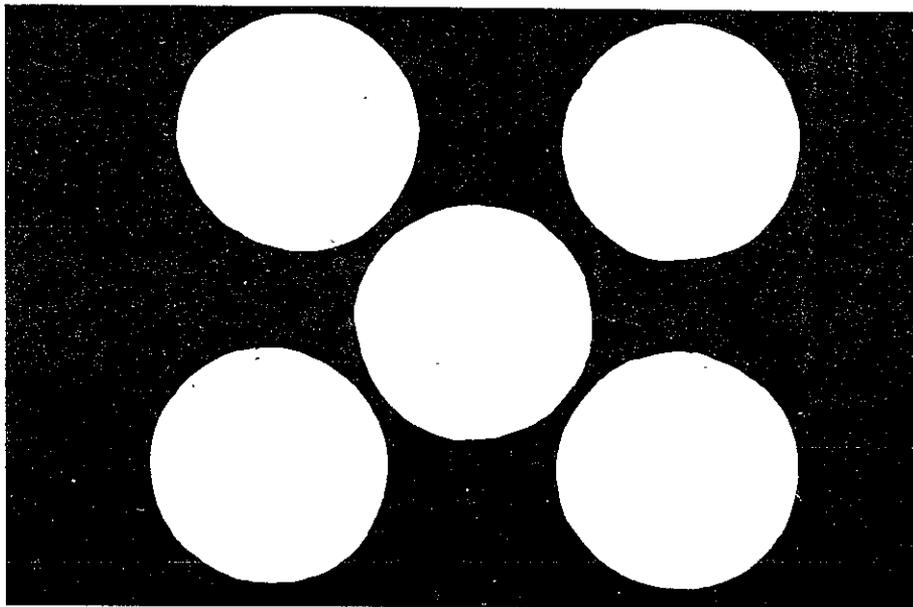


Foto número 8.

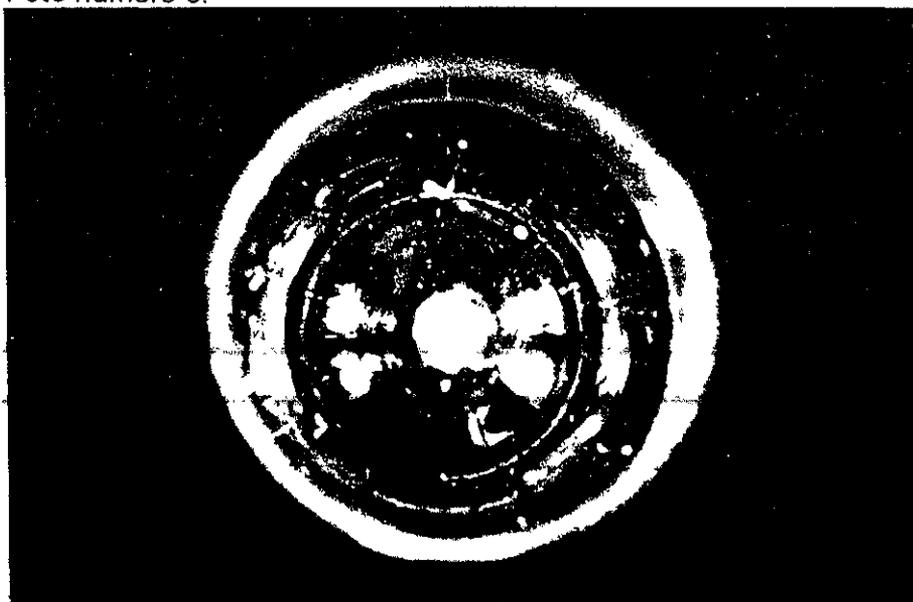
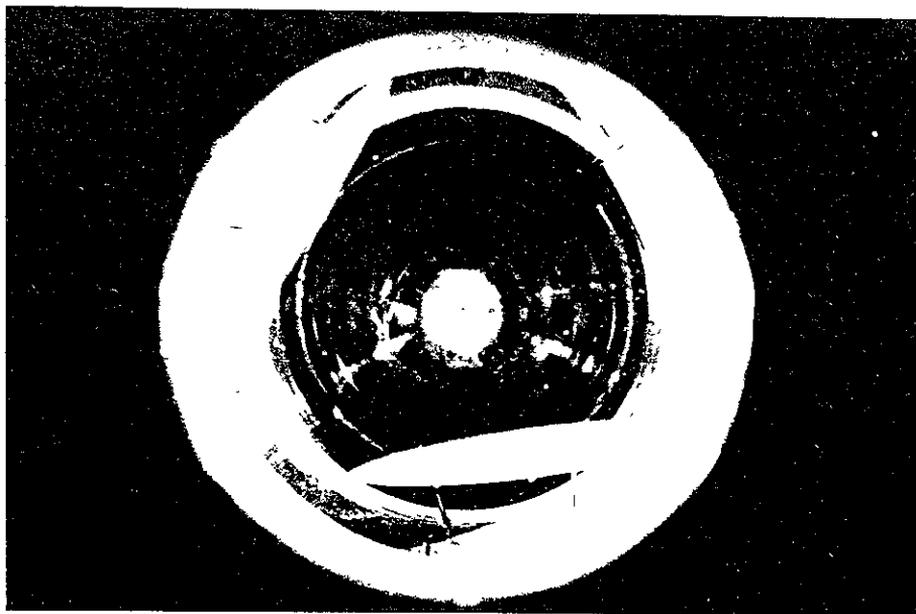


Foto número 9.



Resultados.

Resultados obtenidos por análisis de varianza de una vía.

Prueba Normal: Significación (P=0.599).  
Significación (P=0.688).

Prueba equivalente de Varianza:

El Grupo	N	Ausente
Col 1	10	0
Col 2	10	0

El Grupo	Media	Desviación	Estándar
Col 1	0.00113	0.000100	0.0000317
Col 2	0.00114	0.000102	0.0000323

El poder de prueba efectuada con alfa = 0.050: 0.048.

El poder de la prueba efectuada (0.048) es más adelante el poder deseado de 0.800.

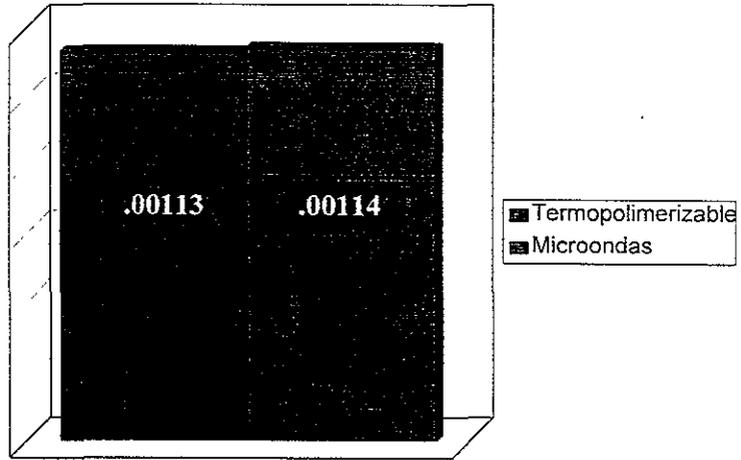
Usted debería interpretar los hallazgos negativos cuidadosamente.

Coefficiente de Variación.	DF	SS	MS	F	P
Entre tratamientos.	1	0.000000000373	0.000000000373	03650.851	
El residual.	18	0.000000184	0.0000000102		
Total.	19	0.000000185			

Las diferencias en los valores de los resultados de los grupos no son tan grandes para excluir la posibilidad que la diferencia se deba a variabilidad aleatoria de muestreo; no hubo una diferencia significativa. (P=0.851).

# Sorción Acuosa

Acrílicos Termo Vs. Microondas



Miligramos/agua

## **Conclusiones.**

En el presente estudio de resinas acrílicas termopolimerizadas por dos métodos diferentes, no existió diferencia significativa en cuanto a sorción acuosa entre ambos.

Por consiguiente el procesado con la técnica alternativa, por emisión de microondas en el aspecto de sorción acuosa es aceptable. Teniendo en cuenta algunas ventajas que se tienen al utilizar este método como son: Reducción en el tiempo de curado, un procesado más limpio y no es necesario equipo especial, puesto que el procesado se lleva a cabo en un horno de microondas convencional.

Es necesario que se continúe un seguimiento con respecto a ésta técnica para tener mayor información bibliográfica al respecto.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Combe E. C. Materiales Dentales. Barcelona, España. Editorial Labor, 1990: 245-253.
2. Craig R. G., O' Brien W. J., y powers J. M.. Materiales Dentales: Propiedades y manipulación. Argentina: Editorial Mundi S. A. I. C y F. 1985: 272-285.
3. Guzmán H. J.. Biomateriales Odontológicos de uso Clínico. Editores CAT, 1990: 170-178.
4. Greta. A. V. M. Geerst, B CH D, and Con H. Jooste, M CH D, PHD. A comparison of the bond strengths of microwaver and water bath-cured denture material. J Prosthet Dent, 1990; 70: 406-409.
5. Levin B., Sanders. J. L., Reitz P. V., The Use of microwave Energy for Processing Acrylic Resins. J Prosthet Dent. 61 (3): 381-383,1989 Mar.
6. Mc Cabe J. F.. Anderson: Materiales de aplicación Dental. Salvat Editores, S.A., 1988: 77-90.

7. Michel D. Turck, DDS, and Mark W. Richards, DDS. Microwave processing for denture relines, repairs, and rebases. *J Prosthet Dent* 1992; 69: 340-343.
8. N. YUNUS, A. HARRISON and R. HUGGETT. Effect of microwave irradiation on the flexural strength and residual monomer levels of an acrylic resin repair material. *Journal of Oral Rehabilitation*, 1994; 21: 641-648.
9. O' Brien W.J., y Ryge G . *Materiales Dentales y su selección* Buenos Aires, Argentina: Editorial Panamericana, 1980: 65-79.
10. Osborne J. *Tecnología y Materiales Dentales*. Editorial Limusa, 1987: 237-257, 263-267.
11. Peiton F.A. *Materiales Dentales Restauradores*. 1ª. Edición, Buenos Aires, Argentina: Editorial Mundi. 370.
12. Phillips R. W... *La Ciencia de los materiales Dentales de Skinner*. 9ª Edición. Editorial Interamericana, 1988: 185 –224.
13. Reisbick M. H. y Gardner a. F . *Materiales Dentales en Odontología Clínica D.F.*, México: Editorial El Manual Moderno, S.A. de C V ., 1985: 285-298.

14. Report of Council and Bureaus. Revised American Dental Association Specification No. 12 for Denture Base Polymers. JADA Vol. 90: 451-458, 1975 Feb.
15. Salim S., Sadamori S. and Hamada T.. The Dimensional Accuracy of Acrylic Resins Cured by Microwave Energy and Conventional Water Bath. Quintesnce Internatinal 22(3), 181-186,1991 Mar.
16. Sanders J. L., Levin B., Reitz P. V.. Comparison of the Adaptation of Acrylic Resins Cured by microwave Energy and Conventional Warer Bath. Quinsence International 22(3), 181-186,1991 Mar.
17. Taubert T. P.. Contrilling Porosity in Microwave Processed Acrylic. Thends and Techniques in the Contemporary Dental Laboratory. 9(3): 45-48, 1992 April.
18. Wallace P. W., Gracer G. N., Myers M. L., Proskin H. M.. Dimensional Accuracy of Denture Resin Cured by Microwave Energy. J Prosthet Dent. 66(3): 403-409 Sept.
19. Willians D. F., y Curingham J.. Materiales en Odontología Clínica. Editorial Mundi, 1982: 299-315.