



47
2 y
**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

Seminario de Titulación en Materiales Dentales

RESINAS COMPUESTAS

Generalidades; Estabilidad y Variables de los Componentes

T E S I N A

Para obtener el Título de

CIRUJANO DENTISTA

p r e s e n t a

LOURDES CARRILLO ROJAS

**VEJIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D. F.

1991



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.



Introducción



Las resinas sintéticas se han impuesto como materiales de restauración de dientes, fundamentalmente por sus propiedades estéticas. Las primeras restauraciones de resina fueron incrustaciones y coronas de acrílico termocurable cementadas en cavidades talladas previamente preparadas. Sin embargo, el bajo módulo de elasticidad y la falta de estabilidad dimensional de las resinas originaba la fractura del cemento, cuya consecuencia era la filtración y la falla de la restauración.

La fabricación del acrílico de autocurado en los últimos años de la década de 1940, hizo posible la restauración directa de los dientes con resina. Estas permitían la combinación del monómero con el polímero, con lo cual se obtenía una masa plástica que se colocaba dentro de la cavidad tallada donde polimerizaba in situ.

Con los avances del polímero, las investigaciones han tendido al desarrollo de un sistema de resina mejorada para usarla como material para restauración, de preferencia, una que tuviera adhesión con la estructura del diente. Aunque esto último no se ha logrado aún, se han ideado nuevas resinas (como los sistemas BIS-GMA), reforzados mediante rellenos. El sistema BIS-GMA se refiere a:

Bisfenol A + Glisidil Meta Acrilato_n

que reacciona así:

BIS-GMA (CH = C = R = C = CH) + iniciador + acelerador + partículas orgánicas tratadas = RESINAS COMPUESTAS

En general las propiedades de estas resinas "Compuestas" superan a las resinas acrílicas convencionales sin relleno. Por tanto, en la actualidad se usan dos tipos de resinas para obturación directa. Las resinas sin relleno se clasifican como tipo 1 y las compuestas como tipo 2.

En la actualidad hay tres tipos de resinas compuestas, las llamadas convencionales, de microrelleno, y las híbridas, que son una combinación de las dos anteriores.

Requisitos Para Una Resina Dental

Una resina dental debe ser:

- 1.- Traslúcida para reproducir estéticamente los tejidos que ha de reemplazar.
 - 2.- No debe experimentar cambios de color o aspecto después de su procesamiento.
 - 3.- Debe tener estabilidad dimensional en cualquier uso.
 - 4.- Debe poseer resistencia, resiliencia y resistencia a la abrasión adecuadas para soportar el uso normal.
 - 5.- Debe unirse al diente químicamente si se utiliza como obturación.
 - 6.- Debe ser completamente insoluble en líquidos bucales o cualquier sustancia que ingrese a la boca, y prevenir ataques corrosivos. No debe absorber tales líquidos.
 - 7.- Debe ser insabora, inodora, no tóxica, ni irritante a los tejidos bucales.
 - 8.- Su temperatura de ablandamiento será muy superior a la de cualquiera de los alimentos o líquidos calientes introducidos a la boca.
 - 9.- Su peso específico debe ser bajo.
-

COMPUESTOS DE RESINAS (GENERAL)

Matriz	Material de Relleno	Agente de Acoplamiento	Controladores de la Viscosidad	Inhibidores	Estabilizadores
BIS-GMA	Cuarzo Cristalino	Silanos	Tedna (Trietil Glicol Dimeta- acrilato)	BHT	Benzofenonas (Estabilizadores de color de las resinas autopoly- merizables).
Dimetacrilato de Ureacno	Sílice Pirolítico (Microrelleno)	Trimetoxisilano	MMA (Metil Metacrilato)	PMP	
Dimetacrilato Trifélico	Silicato de Aluminio	Epoxi	EDMA (Etil de Metacrilato)		
	Vidrio de Silicato	Butil Silano			
	Vidrio de Boro	Metil Silano			
	Vidrio de Bario (Radiopacidad)				



Primera Parte



TIPOS DE RESINA

Resina Acrílica (tipo 1)

Como se indicó las resinas acrílicas sin relleno o de relleno directo han dejado de ser materiales preferidos, sin embargo, su química y propiedades fundamentan las ahora populares restauraciones compuestas, que nunca dejan de evolucionar. Así será útil estudiar estos materiales para ayudarnos a entender los sistemas de resina más nuevos.

Las resinas acrílicas se surten en polvo y en líquido, donde el principal componente de este último es un polímero pulverizado; además, peróxido de Benzoino (0.3 a 3 %) como iniciador y vidrio como relleno inorgánico.

El Líquido es metacrilato de metilo (monómero) junto con un agente de unión, como el dimetacrilato de etileno, en una cantidad de 5% o más. También contiene, monometil éter de hidroquinona, al 0.006%.

El Tiempo de trabajo de las resinas acrílicas es de 1.5 minutos, además si tomamos en cuenta que la polimerización es una reacción exotérmica, la determinación del tiempo en que alcanza su mayor temperatura también puede indicar el tiempo de endurecimiento. Tiene una contracción de polimerización de 5 a 8 % de su volumen. Debido a su baja resistencia abrasiva y a cargas complejas, estas resinas han sido limitadas al uso de obturaciones clase III y clase V.

Manipulación

Existen dos técnicas para su manipulación:

- 1 Empaque de la masa.
- 2 Técnica de flujo.

Cuando se emplea la técnica de masa, se mezclan el polvo y el líquido en una loseta limpia, se agita suavemente para minimizar el atrapamiento de aire dentro del material. Cuando el material alcanza su estado de masa, ésta se inserta con rapidez dentro de la cavidad y se mantiene bajo presión por medio de una banda matriz.

En la técnica de flujo se hace una mezcla delgada de resina y la resina fluida se coloca con un pincel pequeño dentro de la cavidad, este mismo pincel se empapa con el polvo, así se va llevando a la cavidad hasta llenarla, posteriormente se adosa con una banda matriz sin ejercer presión.

La fluidez de la resina ayuda a asegurar la íntima adaptación a la superficie del diente.

Resinas Compuestas (Tipo 2)

De lo anterior se deduce que ciertas características del polimetacrilato de metilo limitan su uso y su eficacia como material de restauración. La dureza y resistencia, el alto coeficiente de expansión térmica y la falta de adhesión a la estructura del diente restringen su empleo con eficacia.

Las propiedades de las resinas epóxicas (es decir, sus características adhesivas potenciales y el hecho de que endurecen a temperaturas moderadas con una contracción baja de la polimerización), estimularán la investigación de su aplicación como material de restauración, en particular como material aglomerante para los rellenos inorgánicos. De allí surgieron las resinas compuestas para restauración.

Resinas Compuestas Convencionales (tipo 2)

Técnicamente el término "compuesto" se refiere a un sistema material formado por una mezcla de uno o más macroconstituyentes, los cuales difieren a su forma porque son insolubles entre sí. En Odontología el término "compuesto" se refirió desde el principio a un material para restauración en forma de pasta, que consta de una unión orgánica en peso incorporado dentro de un sistema que inducirá la polimerización.

Asimismo, las partículas de relleno son cubiertas con un agente de "unión" para ligarlas a

la matriz de la resina. Así la resina compuesta tiene adhesión de resina, un relleno y un agente de unión. Otro ejemplo de estructura compuesta es el esmalte dental, en el cual una alta concentración de partículas de relleno de apatita inorgánica se ligan dentro de una matriz orgánica.

Resinas Curadas por Luz

Como casi todas las resinas comerciales compuestas se activan químicamente mediante el sistema de inducción de peróxido y amina, las dos pastas son idénticas excepto que una contiene el iniciador peróxido de benzoilo y la otra el activador de amina terciaria o acelerador.

Quando las dos pastas se mezclan el material polimeriza. El primer sistema que se usó en Odontología empleaba la luz ultravioleta, el éter de benzoilo metil o éteres alcalinos más altos sirven de activador para el sistema de curado por peróxido. En la exposición a las ondas de luz ultravioleta, los éteres se descomponen en radicales libres que agilizan la polimerización. Algunos productos exigen la activación por luz visible, es decir, radiación mayor de 400 nanómetros. Los componentes de activación para la luz visible suelen ser dicetonas y cetonas aromáticas como las cánforoquinonas y biacetil, usados en conjunción con agentes reductores, o sea, aminas terciarias.

Una ventaja de la luz visible es que puede curar mayor espesor de resina que la luz ultravioleta, además los sistemas curados por luz nos dan la ventaja de que el tiempo de trabajo es controlado por nosotros mismos y no se limita al ciclo de curado de fabricación de las resinas de autocurado.

Rellenos

Si las partículas duras dispersas han de inhibir la deformación de la matriz, es preciso que los rellenos de un compuesto tengan concentración alta. Otra función del relleno es reducir el coeficiente de expansión térmica de la matriz de resina cuanto más alta sea la relación entre el relleno dimensionalmente estable y la resina dimensionalmente inestable, más bajo será el coeficiente de expansión térmica del compuesto. Aunque la concentración del relleno varía de un producto a otro, por lo general están presentes en cantidades de 70 a 80 %.

Los productos comunes contienen cuarzo cristalino y vidrio de cerámica de litio o ambos. Sin embargo se usan otros rellenos, como el silicato de calcio, las cuentas de vidrio, fibras de vidrio. Es deseable cierta radiopacidad en una restauración, la cual se obtiene al mezclar rellenos que contenga Bario y Estroncio y de manera más reciente Lantano. Sin embargo, estos materiales restan resistencia al material.

Resinas de Relleno Directo

	Tipo I (sin relleno)			Tipo II (compuestas)				
	Especificación de la ADA	Acrílico		Especificación de la ADA	Conven- cional	Micro- relleno		
Tiempo de trabajo-min.	Mínimo	1.5	1.5	Mínimo	1.5	4	3	
Resistencia a la compresión (24 h)	-MPa		69			235	276	
	-psi		10 000			34 000	40 000	
Resistencia a la tracción diametral (24h)	-Mpa	Mínimo	24	24	Mínimo	34	45	32
	-psi		3 480	3 500		4 930	6 500	4 700
Módulos de elasticidad	-GPa		2.4			13.7	4.5	
	-psi		.34 x 10 ⁶			2.2 x 10 ⁶	.65 x 10 ⁶	
Sorción de agua (1 sem)								
Merma de polimerización (por volumen)	-mg/cm ³	Máximo	1.7	1.7	Máximo	0.7	0.6	1.4
	-%		7	7		1.4	1.7	

Agentes de Unión

La Adhesión estable de relleno a la resina es esencial para que el compuesto tenga resistencia y durabilidad. La falta de unión adecuada, permitirá el desprendimiento del relleno de la superficie o la penetración de agua por la interfase de relleno y matriz. Por ello el fabricante cubre la superficie del relleno con un agente de unión adecuado. Estos agentes pueden actuar como disipadores de tensión en la interfase relleno y resina. Estos pueden ser compuestos activos como el gama-metacriloxi-propil-trimetoxi-silano.

Técnicas de Manipulación

Existen reglas generales comunes para todos los productos. Los tarros de pasta no deben contaminarse mutuamente, porque uno contiene el activador y otro el iniciador. La pasta nunca debe ser extraída de ambos tarros con la misma superficie.

Los rellenos usados en las resinas compuestas son bastante duros y causarán el desgaste de los instrumentos de metal para mezclado. Cualquier partícula de metal se incorpora en las resinas y decolorará el material, por esto, deben usarse espátulas de plástico o madera.

Las resinas de autocurado polimerizan con rapidéz; Por ello, el tiempo de trabajo es muy corto. Por esta razón deben mezclarse rápidamente y completarse en 30 segundos. El método de inserción es similar a la técnica de masa o presión descrita para las resinas acrílicas sin relleno. Inmediatamente después del mezclado, el material se lleva a la boca con un instrumento plástico y se aplica o "empuja" dentro de la cavidad por medio de una jeringa con punta de plástico, las resinas compuestas que polimerizan utilizando un haz de luz proporcionan más control sobre la técnica y tranquilidad en cuanto a su manipulación. Se mezclan los componentes y la mezcla se inserta dentro de la preparación. Cuando la colocación ha terminado, se ajusta una matriz si se requiere y se aplica fuente luminosa durante el tiempo prescrito.

Terminados

Los agentes de lustre que constan de resinas líquidas de BIS-GMA, o cualquier matriz que sea del mismo material compuesto, son usadas para a fin de corregir la rugosidad en la restauración compuesta terminada. La resina líquida se extiende con un pincel sobre la superficie de la restauración, después del terminado final, a fin de proveer una cubierta suave. Durante algún tiempo, el glaceado cumple esa función.⁽¹⁾

Profundidad de curado de resinas polimerizadas por luz visible: simulación clínica.

Las resinas curadas por luz tienen la ventaja de tener un tiempo de trabajo ilimitado. Sin embargo, la limitada profundidad de curado en estos sistemas, ha sido limitado como un problema. Dos métodos son usados comúnmente para determinar la profundidad de curado en las resinas. Un método utiliza el microscopio electrónico para detectar cambios en la translucidez de las resinas curadas por luz, como una función de profundidad de polimerización. Un segundo método implica la capacidad de microdureza de las resinas. Aparentemente muchas variables pueden jugar un papel importante y determinar la profundidad del curado en las resinas activadas por luz.

En otro estudio, las sombras oscuras parecen requerir un tiempo mayor de exposición, que el requerido por las sombras claras, para producir un alto grado de polimerización. En otro estudio el microendurecimiento continúa creciendo hasta más de 3 meses después del tiempo inicial del rayo de luz causando fracturas en el sellado.

Varios tipos de modelos fueron utilizados para probar las resinas curadas por luz, incluyendo acero inoxidable, bronce, teflón, acrílico y dientes extraídos.

El propósito de este estudio fue determinar la profundidad del curado de las resinas activadas por luz, en restauraciones colocadas bajo condiciones clínicas simuladas en dientes extraídos.

Las muestras fueron evaluadas para determinar los efectos de almacenamiento de las resinas por 6 meses a 37°C.

Tabla 1
Resinas Compuestas Estudiadas

Material
Aurafill Amarillo
Aurafill Gris-Café
Aurafill Light
Command Universal
Prisma-Fil Gris Claro
Prisma-Fil Gris Claro
Ultra-Bond Sombra 62
Profile

Tiempo de exposición (seg).

40 (> 4 mm)

40 (> 4 mm)

40 (> 4 mm)

30 (4 mm)

10 (2.5 mm)

40 (4 mm)

40 (2.5 mm)

15 (Ilimitado)

Materiales y Métodos

Preparaciones de cavidades cilíndricas en caras oclusales de segundos molares extraídos, fueron tallados con una fresa de carburo. Las preparaciones de cavidades fueron de dos milímetros de diámetro y cuatro punto cinco milímetros de profundidad.

Siete resinas compuestas curadas por luz, fueron estudiadas incluyendo el amarillo, gris-café de Aurafill (Johnson y Johnson); Command Universal (Sybron / Kerr); Prisma-fil gris claro y Ultra-bond sombra 62 (Den-Mat), Profile (S.S. White); una resina curada químicamente, fué usada como control. Las resinas fueron inyectadas con una jeringa dentro de las preparaciones y fueron curadas de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

En adición, una segunda serie de Prisma-fil fueron curadas por 10 segundos para determinar los efectos insuficientes del curado de la luz. 5 muestras fueron probadas por cada resina. Los especímenes fueron guardados a 37°C por 2 hrs. Después fueron colocados en yeso y seccionados longitudinalmente con una fresa de baja velocidad. Las superficies seccionadas fueron pulidas con una copa de diamante 6µm para producir superficies terzas.

Resultados

No existe una diferencia significativa entre la dureza evaluada a 0.5 y 1 mm de distancia entre la interfase del diente y la restauración de resina. Así que los resultados de cada resina a cada profundidad fueron unidos (n=10).

Conclusiones

- 1 Las resinas activadas por luz en dientes naturales demuestran una reducción en su endurecimiento cuando el curado de la restauración es muy profundo.
 - 2 La diferencia del catalizador químico de Ultra-bond puede explicar el endurecimiento uniforme en el contorno de la restauración.
 - 3 El endurecimiento uniforme del contorno de Aura-fil puede ser mejor en un grado de traslucidez, comparado con otros (amarilla-gris-café).
 - 4 En general, los tiempos de curado de luz indicados por el fabricante para profundidades específicas, son inadecuados al inducir completamente la polimerización. La capa de resina debe ser de tres o cuatro mm de profundidad para una buena polimerización.⁽³⁾
-

Resinas Compuestas de Microrelleno

Las recientes series de resinas compuestas se basan en el uso de pequeñas partículas inorgánicas de relleno y se llaman resinas compuestas de microrelleno, microfinas y en ocasiones resinas pulibles. La explicación de su elaboración es que las pequeñas partículas de relleno, permiten que la resina sea terminada con una superficie mucho más suave que la que se obtiene con los rellenos gruesos que utilizan las resinas compuestas tradicionales.

Matriz de la Resina

Las resinas que sirven como matriz para estos materiales son las mismas que las que se usan para las resinas compuestas convencionales, BIS=GMA, y sus productos. En ciertos productos comerciales intervienen el dimetacrilato de uretano como principal componente. El relleno consta de partículas de sílice parolíticas o precipitadas cuyo tamaño va 0.04 a 0.06 μm . y que queda por debajo de la longitud de onda de la luz visible, si suponemos una medida promedio de 20 μm . para los rellenos, tendrían un diámetro 500 veces más grande que las partículas de sílice de las resinas de microrelleno.

El tamaño de las partículas ultrafinas incrementan en gran medida el área de su superficie. Por esto no puede introducirse mucho relleno y mantener las características reológicas. Los intervalos de concentración de relleno son de 34 % en peso hasta 50 % en comparación con 70 u 80 % de las resinas convencionales.

Diagrama de la estructura
de una resina de
microrelleno

RELLENO ($\approx 50\%$)
60% SiO₂ ($\approx 10\mu$) + BIS - GMA



MATRIZ
BIS - GMA + SiO₂ (opcional)

La característica sobresaliente de las resinas microfinas es ante todo el terminado demasiado suave de la superficie de la restauración. Como podemos ver en las siguientes ilustraciones.



Diagrama de la superficie de una resina compuesta convencional antes y después del terminado. Obsérvese que la matriz a sido gastada por el procedimiento de terminado, y han quedado algunas partículas de relleno que sobresalen de la superficie, en tanto que otras se han eliminado.

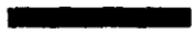


Diagrama de la superficie de una resina de microrelleno antes y después del terminado. Obsérvese que el procedimiento de terminado produce una superficie más suave en tanto que la matriz y el relleno son gastados de la misma manera.



Manipulación

Al igual que la mayor parte de las resinas convencionales, activadas químicamente, las de microrelleno se surten en dos pastas. Su manipulación es igual a las vistas anteriormente.⁽¹⁾



Segunda Parte



Estabilidad durante almacenaje de las Resinas Compuestas

Una deficiencia de las resinas compuestas para restauración, es su limitada estabilidad durante almacenaje. Los componentes, especialmente el iniciador que contienen las pastas, frecuentemente endurece antes de usarlas. Alternativamente, el tiempo de curado al mezclar ambas pastas es demasiado largo para aplicaciones clínicas, o la mezcla no endurece totalmente.

Esta incapacidad de los componentes para usarse clínicamente como restauraciones, causa gastos y pérdida económica. Esto usualmente ocurre despues de un tiempo prolongado de que las dos pastas han sido expuestas a temperaturas elevadas, durante su uso o en su almacenaje en los depósitos dentales.

Esta investigación fue emprendida para estudiar:

- 1 El efecto de la temperatura y el alcance de almacenaje de los componentes antes de curarlos; las propiedades de endurecimiento de las resinas compuestas.
 - 2 Causas de deterioro
 - 3 Caminos para mejorar su almacenamiento y
 - 4 Propiedades de las resinas compuestas cuyas fórmulas son elaboradas con componentes que den buen tiempo de almacenaje a temperaturas elevadas.
-

Material y Métodos

El origen de las resinas comerciales y la composición de las resinas experimentales se basaron en el sistema polvo-líquido. Los componentes se encuentran en las tablas 1 y 2 respectivamente. El líquido fue preparado disolviendo un acelerador y un inhibidor el diluyente usualmente trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA), mezclando la solución con bisfenol A-glicidil metacrilato (BIS-GMA).

El tiempo de vida de los componentes de los sistemas de pastas y polvo-líquido, fue determinado a $60 \pm 2^\circ\text{C}$, $45 \pm 2^\circ\text{C}$, $22 \pm 3^\circ\text{C}$ (en un cuarto con temperatura controlada) y $5 \pm 2^\circ\text{C}$ para el sistema pasta-pasta comercial.

El tiempo fue medido después de mezclar los componentes de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Dos minutos después de empezar, la mezcla fue puesta en un recipiente de 1.0 cm de diámetro, 0.5 cm de espesor.

Su resistencia a la tensión y su color fueron determinados de acuerdo a la especificación número 27 de la ADA, su resistencia a la compresión fue determinada de la misma manera con muestras de las mismas dimensiones, empleando un rango de carga de $0.5 \text{ cm} \times \text{min}$. La viscosidad fue determinada a $25.00 \pm 0.5 \text{ C}$, con un adaptador especial de 4.2 ml de capacidad adaptado a una aguja de velocidad de 60 rpm.

Resinas Comerciales Utilizadas para el estudio

Resina	Origen	Proporción
Pasta-pasta	Johnson-Johnson Windsor N.J.	6G 021
Resina de 2 años		4G 040
Resina de 3 años		4C 012
Resina de 5 años		1LK 048
Resina de 6 años		M.O. 37
Polvo -líquido		
Powderlite	S.S. White Philadelphia	Polvo 147701 Fecha de elaboración 1/14/77
Restodent	Farmacéutica Lee Santa Anita, Ca.	Polvo 1E 0213 Líquido 1E 0203 1E 0197

Resultados

Los resultados de las resinas cuyo componente principal fué BIS-GMA, polimerizado por peróxido de benzolito son dados en las tablas 3 y 7. Los siguientes parametros fueron investigados:

- 1 Tiempo de almacenaje de una resinas comercial pasta-pasta y dos resinas polvo-liquido (tablas 3 y 4);
 - 2 Tiempo de almacenaje de un sistema polvo-liquido experimental cuya fórmula contiene un peso de 0.25 de N, N-dimetil-sym-xilidino (DMSX) como acelerador (tabla 5);
 - 3 Efectos del medio ambiente sobre el monómero durante su almacenaje (tabla 5);
 - 4 Efecto de almacenamiento de los componentes en botellas de vidrio, comparado con la baja densidad de los cnbases de polietileno (tabla 5);
 - 5 El efecto de substituir Neopentiglicol dimetacrilito (NPGDMA) por trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA) como diluyente (tabla 6) y
 - 6 La substitución de la concentración de dihidroxie til p-toluidina por P-dimetil ácido acético (DMA PAA) y metil p-dimetilaminopenil acetato (MDMAPAA) por dimetil-sym-xilidino (tabla 7).
-

Exponiendo una resina compuesta comercial a 60°C por 24 hrs, una porción del catalizador de la pasta endurece, lo que hace a la resina inútil para trabajo clínico (tabla 3).

El otro componente -la amina que contiene la pasta- empieza a endurecer pasando 8 semanas, y es polimerizada completamente en 12 semanas. Después de 8 semanas la porción no polimerizada de la pasta, podía ser mezclada con pasta catalizadora a 23°C sin afectar el tiempo de trabajo o la resistencia a la tensión. Así la porción de peróxido contenido en la resina es más sensible a altas temperaturas.

Las pastas almacenadas en envases plásticos permeables o no permeables, retienen sus propiedades después de 45°C, hasta por más de 8 semanas. Una exposición más prolongada a esta temperatura induce al endurecimiento de porciones de la pasta, e incrementa el tiempo de trabajo y minimiza sus propiedades mecánicas de curado. La pasta de peróxido endureció completamente en 20 semanas.

La amina contenida en la pasta que no polimerizó expuesta a 45°C por 24 semanas, dió un aceptable tiempo de trabajo cuando fué mezclada con la pasta almacenada a 23°C. Los tiempos de almacenaje arriba de un año y abajo de cinco años fueron obtenidos cuando las pastas fueron mantenidas en un cuarto a 23°C ó bajo refrigeración 5°C, respectivamente.

Los componentes de la pasta-pasta no endurecen durante su almacenaje a 5°C por más de cinco años, sin embargo el tiempo de trabajo de las resinas de cinco años de almacenaje, se ve incrementado de 2 - 3 minutos a 6 minutos en las resinas nuevas.

A pesar del alargamiento del tiempo su resistencia a la tensión no disminuye, como era usual en el caso en que el tiempo de trabajo aumentaba después del almacenaje a temperaturas elevadas. El tiempo de almacenaje de dos resinas comerciales (tabla 4) y nuestro material experimental (tabla 5), cada uno basado en sistema polvo-liquido indicando además que estas fórmulas no endurecen por meses dentro de sus envases, cuando son almacenados a 45°C, o 60°C. Después fueron guardadas a temperaturas elevadas por largos periodos elevadas existiendo degradación en el peróxido contenido en el polvo.

Las dos resinas comerciales pueden almacenarse de 2 a 4 semanas respectivamente a 60°C y seguir cumpliendo los requerimientos de la ADA.

Tabla 2
Composición de las Resinas Experimentales

Polvo: cuentas de vidrio (67% de sílica, 2% de fluoruro de Bario y 1% de peróxido de benzoilo)

Líquido: BIS-GMA 70%, monómero diluyente 30%, butilhidroxitolueno (BHT), amina.

Fórmula No.	Diluyente	Acelerador
1	Trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA)	0.25% Dimetil-similidino (DMSX)
2	Neopentilglicol dimetacrilato (NPGDMA)	0.25% Dimetil-similidino (DMSX)
3	Trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA)	0.23% Dimetil-p-toluidina (DMPT)
4	Trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA)	0.32% Dihidroxietil-p-toluidina (DHEPT)
5	Trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA)	0.30% p-Dimetilaminopenil ácido acético (DMAPAA) sintetizado en este laboratorio
6	Trietilenglicol dimetacrilato (TEGDMA)	0.32% Metil-p-dimetilaminopenil acetato (MDMAPAA) sintetizado en este laboratorio

La relación polvo/líquido por peso es de 3 a 1.

Tabla 3
Propiedades de las resinas comerciales después de un almacenaje largo a diferentes temperaturas.

Temperatura de almacenaje °C				
CP*	UP*	Tiempo en Semanas	Tiempo de trabajo en Min.	Fuerza Compresiva MPa
		0	2.0 - 3.0	48.4 ± 2.6 ^b (203.1 ± 4.1)
60	60	0.14	2.5 ^c	
60	60	1	e	
60	60	12	f	
23	60	8	2.5 ^d	50.6 ± 2.7
45	45	8	3.5 ^d	48.0 ± 1.5
45	45	12	10.5	38.6 ± 3.9
45	45	20	e	
23	45	24	3.0	
23	45	28	f	
23	23	12	2.5	52.6 ± 3.1
23	23	20	3.0	46.0 ± 1.3 (201.8 ± 11.4)
23	23	102	4.5	
5	5	5 años	6	53.4 ± 2.9
5	5	6 años	15 +	

CP* = Puzos Cruzadores *CP = Completamente Endurecido
 UP* = Puzos Uniaxiales *UP = Completamente Endurecido
 CP* = Densidad Baseado *UP = Completamente Endurecido

Tabla 4
Propiedades de resinas comerciales después de un tiempo prolongado de almacenaje a diferentes temperaturas, sistema polvo-líquido

Almacenaje		Powderlite ^a		Restodent ^b	
Temperatura Polvo °C	Temperatura Líquido °C	Tiempo semanas	Tiempo de trabajo en min.	Tiempo de trabajo en min.	Fuerza Compresiva MPa
			2.5		51.0 ± 6.0 (324.0 ± 10.0)
				2.5	60.4 ± 4.5 ^c (226.7 ± 26.2)
60	60	1	3.0	3.0	49.6 ± 0.9
60	60	2		6.5	42.4 ± 3.5
60	60	4	4.5	120 +	34.1 ± 3.4
60	60	8	30 + ^d		
23	60	9	2.5		51.2 ± 3.0
45	45	4	2.5		52.8 ± 2.1
45	45	12	3.0	7	42.4 ± 2.3
45	45	24	4.5	20 +	30.3 ± 2.2
45	45	36	5.0		
23	23	48	3.0	4.0	56.4 ± 3.0
23	23	74			
23	23	82	3.0		53.6 ± 2.9

a = Relación polvo-líquido 3 a 1. El líquido contiene 30% de BIS-GMA
 b = Relación polvo-líquido 3 a 1. El líquido contiene 50% de BIS-GMA

c = Desviación estándar = Polvo y líquido amarillos
 d = Polvo y líquido amarillos

Tabla 5
Propiedades de la resina experimental (fórmula 1)
después del almacenaje de sus componentes

Envase a		Tiempo de almacenaje en semanas	Tiempo de trabajo en Min.	Resistencia a la tensión MPa
Polvo	Líquido c			
Componentes almacenados a 60 °C				
		0	2.5	48.7 ± 3.3 b
G	G	4	3.0 e	(186.7 ± 6.2) d
G	PE	4	3.5 e	25.5 ± 1.4
PE	G	4	3.0	25.5 ± 1.4
PE	PE	4	4.0	24.9 ± 0.9
PE	GA	4	4.0 e	24.9 ± 1.9
PE	PE	8	5.0	
G	G	12	8.5	
G	PE	12	7.0	(111.0 ± 8.2) d
G	GA	12	7.5	16.2 ± 8.8
G	G	20	120 ± f	12.2 ± 3.1
PE	PE	20	120 ±	7.3 ± 4.6
Polvo almacenado a 60 °C, líquido a 23 °C				
G	G	16	18 ± f	
PE	PE	16	8.0	
Polvo almacenado a 23 °C, líquido a 60 °C				
G	G	16	3.0	
PE	PE	16	6.5	47.9 ± 2.0
G	G	20	2.5	(179.6 ± 12.1) d
G	G	24	e	44.2 ± 3.6
G	GA	28	e	(162.8 ± 11.4) d
PE	PE	28	5.0	
G	PE	50	12 ±	
PE	PE	50	12 ±	
PE	PE	100	12 ±	
Componentes almacenados a 45 °C				
		0	2.5	monomero no gelificado
G	G	8	3.0	48.7 ± 3.3 b
G	PE	12	3.0	(186.7 ± 6.2) d
G	GA	12	3.0	38.2 ± 1.4
PE	PE	12	3.0	
G	G	20	4.0	37.8 ± 1.3
PE			4.0	36.1 ± 1.2
G	PE	20		20.4 ± 3.8
PE	PE	50	3.0	21.0 ± 2.7
G	G	55	8.5	(137.8 ± 16.3) d
PE	G	55	8.5	15.8 ± 1.0
Polvo almacenado a 45 °C, líquido a 23 °C				
G	PE	16	3.0	23.0 ± 0.4
PE	G	16	2.0	16.5 ± 0.3
Polvo almacenado a 23 °C, líquido a 45 °C				
G	PE	16	3.0	33.6 ± 2.2
PE	G	16	4.0	47.9 ± 2.1
PE	G	16	4.0	(182.1 ± 6.3) d

Continúa

Tabla 5
Propiedades de la resina experimental (fórmula 1)
después del almacenaje de sus componentes

Continuación

Envase a		Tiempo de almacenaje en semanas	Tiempo de trabajo en Min.	Resistencia a la tensión MPa
Polvo	Líquido c			
PE	PE	30	7.0	48.7 ± 3.3 b
G	G	98	4.0e	25.1 (16.5 ± 6.2) d
PE	PE	98	6.3	25.5 ± 1.4
	GA	98	e	25.5 ± 1.4
Componentes almacenados a 230C				24.9 ± 0.9
		0	2.5	48.7 ± 3.3b
				(186.7 (11.6-23) g.2) d
G	G	12	2.0	48.4 ± 10.0 ± 8.8
G	GA	12	2.0	49.2 ± 10.0 ± 3.1
PE	PE	12	2.5	51.0 ± 7.9 ± 4.6
G	G	55	3.0	44.4 ± 1.0
G	GA	55	3.0	42.4 ± 0.5
PE	PE	55	2.5	41.4 ± 0.8
G	G	104	2.5	36.9 ± 0.5
PE	PE	104	3.0	36.5 ± 1.7
G	37	30		

a = Pírculo de vidrio estándar
b = Diámetro del conector
c = Viscosidad del líquido (100 cps)
d = Resistencia compresiva en kg
e = Líquido almacenado
f = Polvo almacenado

Las resinas de pasta-pasta y polvo líquido, son igualmente estables a 23°C, la estabilidad de cada una no ha sido probada hasta observarlas a altas temperaturas. El peróxido contenido en el polvo, es más afectado por la exposición a temperaturas elevadas, que la amina contenida en el líquido. El enfriamiento del líquido antes de almacenarlo en botellas de vidrio ambar no aumenta su estabilidad de almacenaje. Cambiando el envase de polietileno de baja densidad, por los frascos de vidrio ambar, el tiempo de polimerización del líquido a 45°C ó 60°C fue incrementado.

Usando Trietilenglicol dimetacrilato como diluyente, el tiempo de vida del monomero aumenta, así que una solución con dicha sustancia no polimeriza en almacenaje a 45°C por 98 semanas.

Tabla 6
Propiedades de resinas comerciales experimentales
con Neopentiglicol dimetacrilato como diluyente
(fórmula 2). Después de ser almacenadas a altas
temperaturas

Relación polvo-liquido por peso: 3 a 1

Almacenaje		Temperatura		Tiempo de trabajo en minutos	Fuerza de tensión MPa	Resistencia compresiva MPa	Observaciones
Polvo °C	Líquido °C	Tiempo en semanas					
		0	30	49.0 ± 2.0*	183.4 ± 12.0		Líquido: amarilla Viscosidad: 3 516 cps
60	60	1	3.5				
60	60	4	2.5				
60	60	8	6.0	18.9 ± 0.9			
60	60	12	50 ±				
23	60	96	CP**				
23	60	16	3.0	46.8 ± 2.5	175.6 ± 12.3		
23	60	20	4.0	35.0 ± 2.9	196.5 ± 15.5		Líquido obscuro
23	60	35	6.5	39.0 ± 2.2			
23	45	16	3.0	42.2 ± 4.5			
23	45	36	3.0	42.3 ± 0.6			
23	45	55	3.0				
23	45	96	3.5	37.3 ± 1.6			

* Desviación estándar

** Polimerización completa

Discusión

Cuando hay ausencia de peróxidos algunas soluciones pueden ser almacenadas a 45°C por muchos meses. Además el peróxido de benzoilo contenido en el monómero es mucho menos estable que los que contienen aceleradores de amina.

El componente menos estable de las resinas compuestas es el peróxido de benzoilo sin embargo, son obtenidos adecuados tiempos de trabajo mezclando peróxido con polvos que han sido almacenados a 45°C por 20 semanas con monómero líquido. Mezclando el componente de amina almacenado a 45°C o 60°C por periodos largos, con peróxido fresco contenido en la pasta o el polvo o con material guardado en un cuarto con temperaturas de refrigeración, se obtienen resinas con propiedades satisfactorias, por otro lado mezclando estos dos componentes expuestos a temperatura elevada por el mismo tiempo, da a las resinas una dureza pobre.

Tabla 7
Estabilidad durante almacenaje de resinas experi-
mentales que contienen varios aceleradores de
amina en el líquido.

Propiedades	Relación polvo-líquido 3 a 1		Concentración de amina en el líquido: 16.8 milimol/l				
	Aminas*	polvo y líquido almacenados a 60°C en semanas			Líquido almacenado a 60°C, polvo a 23°C		
		0	4	8	12	22	55
Tiempo de trabajo en minutos	DMEPT	4.5	3.5	4.0	4.0	13.0 (pp) ^b	10pp ^b
	DHEPT	8.0	9.0	11.0	8.8	8.0	18
	DMSX	2.5	3.0	3.5	8.5 ^c	2.5	17 ^d
	DMAFAA	2.0	2.5	2.5	3.0 (pp)	6.0	17 ^d
	MDMAFAA	3.0	2.0	2.5	3.0	4.0	3.5 ^e
Resistencia a la tensión MPa	DMEPT	44.8 ± 1.7 ^f	28.4 ± 4.7 ^g		41.4 ± 4.4 ^h	24.3 ± 4.1 ^h	
	DHEPT	41.7 ± 1.6	32.3 ± 2.4		45.6 ± 2.0	35.9 ± 4.2	36.0 ± 2.7 ⁱ
	DMSX	41.7 ± 3.3	25.4 ± 1.4	22.3 ± 0.9	16.2 ± 8.9 ^j	44.2 ± 3.0 ^k	
	DMAFAA	50.4 ± 2.7	31.7 ± 1.5		45.7 ± 1.5	36.1 ± 2.8	
	MDMAFAA	49.6 ± 2.2	32.4 ± 2.8		46.5 ± 3.0	39.4 ± 1.6	41.2 ± 1.3
Resistencia compresiva MPa	DMEPT	194.4 ± 3.6			139.5 ± 11.9		
	DHEPT	191.5 ± 5.3			166 ± 6.1		
	DMSX	186.7 ± 6.2				162 ± 11.4 ^l	
	DMAFAA	176.5 ± 16.3			169.3 ± 16.2		
	MDMAFAA	190.7 ± 9.4			174.9 ± 12.3		
Estabilidad de color en el curado de las resinas ^m	DMEPT	2	3		2		
	DHEPT	3	2		1		
	DMSX	4			3 ⁿ		
	DMAFAA	3	4		3		
	MDMAFAA	4	4		4		

* Las abreviaciones son definidas en la tabla 2

^b pp = Polimerización parcial

^c cp = Polimerización completa

^d Desviación estándar

^e Polvo y líquidos almacenados a 60 °C

^f Ingresos de amina almacenados por 20 semanas

^g Estabilidad de color: 1 = polvo, 4 = aducado

^h Parcialmente polimerizado después de 90 semanas

ⁱ Completamente polimerizado después de 88 semanas

Basados en los resultados de este estudio, se tomaron las siguientes precauciones para aumentar el tiempo de almacenaje de las resinas.

- 1.- Siempre que hay una posibilidad de exponer los ingredientes de las resinas a temperaturas elevadas (especialmente arriba de 45°C) ya sea en un depósito o en un consultorio, deben ser substituidos los sistemas de polvo-liquido por pastas.
 - 2.- En casos de emergencia una porción de amina contenida en la pasta puede ser curada con pasta catalizadora fresca.
 - 3.- Para incrementar su tiempo de almacenaje, la pasta catalizadora debe ser guardada bajo refrigeración.⁽⁴⁾
-



Tercera Parte



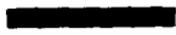
Conclusiones

Pudimos darnos cuenta a través de este estudio, que las resinas a pesar de ser un buen material de obturación, todavía no llegan a la excelencia. Nos referimos a los defectos que aun presentan, como su baja resistencia abrasiva (que se resalto el primera parte), a pesar de que el fabricante a colocado micro y macro rellenos (resinas hibridas), su resistencia abrasiva no es adecuada, al desgastarse la matriz nos produce una superficie aspera permitiendo la acumulación de placa, cambio de color en la resina, etc.

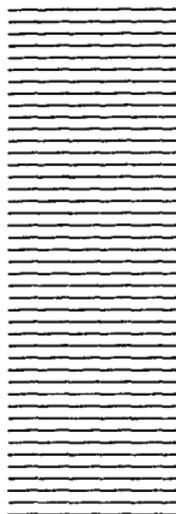
Si a esto aunamos su contracción debido a que son polimeros y su baja durabilidad al almcenaje, debemos tener precauciones para utilizarlas y no dejarnos llevar por lo que los fabricantes dicen.

Sin embargo la ciencia avanza a pasos acelerados y pronto podrán resolverse estos problemas; un ejemplo de esto son los adhesivos dentinarios que disminuyen la contracción de las resinas.

Por último quisiera resaltar que todos los materiales son buenos sabiendolos manipular adecuadamente y utilizandolos en los casos propicios.



Cuarta Parte



Bibliografía

- 1.- **RW PHILLIPS**
La ciencia de los materiales dentales
Ed. Interamericana
8a. Edición
México D.F.
1988
p.p. 226-255
 - 2.- **DR.ROBERTO G. CRAIC**
Materiales dentales
Ed. Interamericana
México D.F.
1985
p.p. 153-200
 - 3.- **THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY**
Volúmen 55
Número 55
Número 2
Mayo 1986
Publicado por the C.V. mosby company
p.p. 574-577
 - 4.- **JOURNAL OF DENTAL RESEARCH**
Volúmen 58
Número 8
Agosto 1979
p.p. 1791-1800
-

5.- JOURNAL OF DENTAL RESEARCH

Volumen 69

Número 3

Marzo 1990

p.p. 852-854

6.- DENTAL ABSTRACTS

Volumen 29

Número 7

Julio 1984

p.p. 370-371

Indice

Agradecimientos	2
Introducción	
Requisitos para una resina dental	16
Compuestos de resinas (general)	7
Iniciadores de la polimerización	8
Primera Parte	
Tipos de resina	10
Resina acrílica	10
Resinas compuestas	12
Resinas compuestas convencionales	12
Resinas curadas por luz	13
Rellenos	14
Resinas de relleno directa	15
Técnicas de manipulación	16
Terminados	17
Profundidad de curado de resinas polimerizadas por luz visible: simulación clínica	18
Materiales y métodos	20
Resultados	21
Conclusiones	21
Resinas compuestas de microrelleno	22
Matriz de resina	22
Manipulación	25
Segunda Parte	
Estabilidad durante almacenaje de las resinas compuestas	27
Material y métodos	28
Resinas comerciales utilizadas en el estudio	29
Resultados	30
Composición de las resinas experimentales	33
Propiedades de las resinas comerciales durante un almacenaje largo a diferentes temperaturas	34
Propiedades de las resinas comerciales después de un tiempo prolongado de almacenaje a diferentes temperaturas, sistema polvo-líquido	35
Propiedades de la resina experimental (fórmula 1) después del almacenaje de sus componentes	36
Propiedades de resinas comerciales experimentales con Neopentilglicol dimetacrilato como diluyente (fórmula 2), después de ser almacenado a altas temperaturas	39
Discusión	40
Estabilidad de almacenaje de resinas experimentales que contienen varios aceleradores de atina en líquido	41
Tercera parte	
Conclusiones	44
Cuarta parte	
Bibliografía	46