



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

PROGRAMA DE TITULACIÓN POR ALTO PROMEDIO (TAP)

**PRUEBAS DE RESISTENCIA COMPRESIVA, DUREZA Y REACCIÓN
EXOTÉRMICA EN RESINAS BIS-ACRÍLICAS DE AUTOPOLIMERIZACIÓN
UTILIZADAS PARA LA FABRICACIÓN DE PROVISIONALES.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA:

GERARDO DANIEL MEDINA MORALES

TUTOR: MTRO. CARLOS ALBERTO MORALES ZAVALA

**ASESORES: DR. GABRIEL ÁNGEL LARA RODRÍGUEZ
MTRO. ENRIQUE NAVARRO BORI
Q. MIGUEL ÁNGEL CANSECO MARTÍNEZ
C.D. CRISTIAN PIERRE GÁMEZ LÓPEZ**



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

TESIS QUE DEDICO

A Jehová el único dios verdadero y altísimo sobre toda la tierra.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por proporcionar los medios para alcanzar mis metas.

A la Facultad de Odontología por brindarme la oportunidad de conocer esta maravillosa profesión.

A mis padres por su gran apoyo, esfuerzo, paciencia, amor y simplemente por permitirme ser todo lo que soy.

A mi hermano por ser un aliciente y un compañero leal en todo momento.

A mis abuelos, por educar a excelentes padres.

A mis tíos y tías por su apoyo y por creer en mí.

A mis primos, por los buenos momentos que hemos pasado juntos.

A mis hermanos espirituales, los testigos de Jehová, por ser una organización ejemplar, luz en el mundo, que predicán con valor las buenas nuevas por toda la tierra a pesar de la gran oposición y a la cual es un orgullo pertenecer.

Al hermano Bonifacio Contreras por escucharme y ser guía en momentos difíciles.

Al hermano Felipe Tufiño por su gran comprensión y sabios consejos.

A la hermana Martha de Fernández por ser mi maestra, por su perseverancia y gran dedicación.

A mis amigos, Ricardo (Ricky), Raúl y Martha por todos los buenos momentos de alegría, por su amistad y confianza brindados.

A Ara por dirigir mis pasos en la clínica periférica y que por su liderazgo y decisión es un ejemplo a seguir.

Al Instituto de Investigaciones en Materiales de la U.N.A.M., en especial al Dr. Gabriel Ángel Lara Rodríguez y al Q. Miguel Ángel Canseco Martínez, por su apoyo y paciencia para la elaboración de esta tesis.

Al personal del Laboratorio de Materiales dentales del DEPeI de la Facultad de Odontología de la U.N.A.M., por las facilidades prestadas para la elaboración de este trabajo.

A mi Tutor, Mtro. Carlos Alberto Morales Zavala por su inmensa paciencia, confianza, apoyo y oportunidades brindadas, sin las cuáles no hubiera sido posible terminar mi tesis.

Al C.D. Cristian Pierre Gámez López por instruirme y ser pieza clave en la investigación realizada.

A todos mis profesores, en especial a C.D. Blanca Estela Hernández Ramírez, C.D. Ma. Eugenia Vera Serna, C.D. Irlanda Barrón Garcés, por los conocimientos transmitidos, guía, dirección y paciencia.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	3
1. DEFINICIÓN DEL TÉRMINO PROVISIONAL Y SU FUNCIÓN EN ODONTOLOGÍA.	3
2. TIPOS DE MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE PROVISIONALES.	4
A) MATERIALES AUTOPOLIMERIZABLES.	4
B) MATERIALES DUALES.	6
C) MATERIALES FOTOPOLIMERIZABLES.	7
D) MATERIALES TERMOPOLIMERIZABLES.	7
3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE PROVISIONALES.	8
A) CONTRACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN.	8
B) AJUSTE MARGINAL.	8
C) ACABADO SUPERFICIAL Y PULIDO.	9
D) ESTABILIDAD DEL COLOR.	10
E) RESISTENCIA COMPRESIVA.	10
F) DUREZA.	11
G) REACCIÓN EXOTÉRMICA.	12
4. RESINAS BIS-ACRÍLICAS DE AUTOPOLIMERIZACIÓN, UTILIZADAS EN ESTE ESTUDIO.	14
A) SYSTEMP C&B II DE IVOCLAR VIVADENT.	14
B) VERSATEMP DE SULTAN HEALTHCARE.	18
C) LUXATEMP AUTOMIX PLUS DE ZENITH/DMG.	20
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	24
JUSTIFICACIÓN	25
HIPÓTESIS	26
OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	27
VARIABLES	28
MATERIALES Y MÉTODOS	29
a) Resistencia compresiva.	30
b) Dureza.	32
c) Reacción exotérmica.	34
RESULTADOS	36
1. RESISTENCIA COMPRESIVA.	37
2. DUREZA.	41
3. REACCIÓN EXOTÉRMICA.	45
ANÁLISIS ESTADÍSTICO	49
a) Resistencia compresiva.	49
b) Dureza.	54
c) Reacción exotérmica.	58
DISCUSIÓN	59
CONCLUSIONES	61
BIBLIOGRAFÍA	62

INTRODUCCIÓN

Las restauraciones provisionales para una prótesis parcial fija son parte importante, para el éxito del tratamiento protésico. Una restauración provisional adecuada proporcionará al remanente dental, protección pulpar, estabilidad posicional, funcionalidad oclusal, fácil limpieza, márgenes precisos, firmeza y resistencia al desgaste, estabilidad dimensional, ayuda en el diagnóstico y estética. (1)

También, proporcionarán protección estructural, al impedir que el remanente dental sufra daño al entrar en contacto directo con el medio bucal o con alimentos que podrían ocasionar su fractura. Un provisional bien elaborado, con una adecuada anatomía, pulido, que no invada el grosor biológico, favorecerá las condiciones necesarias para mantener la salud de los tejidos periodontales. Las restauraciones provisionales, deben mantener la integridad de su superficie hasta que la restauración definitiva se coloque en el diente; de ahí la importancia que tienen propiedades como la dureza y la resistencia compresiva de los materiales utilizados para la elaboración de los mismos.

Las restauraciones provisionales pueden ser prefabricadas o hechas a la medida. Las restauraciones provisionales hechas a la medida para prótesis parcial fija, pueden ser fabricadas con resina autopolimerizable, utilizando, técnica directa, indirecta, o técnica indirecta-directa.

La técnica directa se realiza directamente sobre el diente preparado, y una de sus mayores desventajas es que somete a la pulpa a irritantes químicos y térmicos, principalmente si se usa con resinas autopolimerizables a base de metacrilatos. La técnica indirecta-directa, también se lleva a cabo en contacto con el diente preparado, por lo que, aplican las mismas desventajas. (1)

Es por ello, que la reacción exotérmica, que presenten los materiales utilizados para la elaboración de restauraciones provisionales, podría afectar la vitalidad pulpar, si no se toman las medidas pertinentes, en el desarrollo de la técnica, o si, se desconocen las propiedades propias de cada tipo de resina.

Las restauraciones provisionales pueden ser elaboradas con una gran variedad de tipos de resinas, teniendo cada uno de ellos, sus respectivas ventajas y desventajas, que se hacen necesario conocer, con la finalidad de reconocer aquel material, que nos ofrezca las mejores propiedades, para el tratamiento específico que se vaya a realizar.

La clasificación de los tipos de resinas para la fabricación de restauraciones provisionales según su mecanismo de polimerización, es:

Materiales autopolimerizables: a base de metil-metacrilato (MMA), a base de etil-metacrilato (EMA) y resinas bis-acrílicas.

Materiales duales, materiales fotopolimerizables, materiales termopolimerizables. (2)

Está documentado en la literatura científica, que las resinas bis-acrílicas poseen buenas propiedades, entre las que destacan: dureza, baja reacción exotérmica, resistencia mecánica, baja contracción de polimerización, no deja monómero residual, resistencia a la abrasión, fidelidad marginal, estabilidad del color y facilidad de manejo, por ello son consideradas una opción viable para la elaboración de restauraciones provisionales. (2, 3, 4, 5)

En este estudio se investigó las propiedades de resistencia compresiva, dureza y reacción exotérmica de tres distintas resinas bis-acrílicas de reciente aparición, para encontrar, cuál es la resina que ofrece las mejores propiedades y poder elegir aquella, que nos proporcione mayores beneficios para la práctica odontológica.

En base a la norma número 27 “Resinas para obturación directa”, de la Asociación Dental Americana (ADA), por ser la norma más adecuada para la realización de este estudio, se elaboraron 60 especímenes, de los cuales, 20 especímenes fueron de la resina Systemp c&b II® de Ivoclar Vivadent, 20 de VersaTemp® de Sultan Healthcare y 20 de Luxatemp AM Plus® de Zenith/DMG, a los que se les aplicó carga compresiva. Las 20 muestras elaboradas de cada grupo de resina, se dividieron en 4 períodos de tiempo distintos; en el cual, 5 muestras se almacenaron 1 hora, 5 muestras 4 horas, 5 muestras 24 horas y 5 muestras 168 horas (7 días) a 37° C.

Para las pruebas de dureza en base Vickers, se fabricaron 60 muestras de los cuales, 20 especímenes fueron de la resina Systemp c&b II® de Ivoclar Vivadent, 20 de VersaTemp® de Sultan Healthcare y 20 de Luxatemp AM Plus® de Zenith/DMG. Se utilizaron los mismos intervalos de tiempo e igual número de muestras para cada uno de ellos. Se almacenaron también a 37°C.

Para las pruebas de reacción exotérmica, se utilizaron 15 muestras de las cuales, 5 fueron de la resina Systemp c&b II® de Ivoclar Vivadent, 5 de VersaTemp® de Sultan Healthcare y 5 de Luxatemp AM Plus® de Zenith/DMG. Esta prueba se realizó mediante un calorímetro diferencial de barrido o por sus siglas en inglés DSC (Differential scanning calorimetry).

ANTECEDENTES

1. DEFINICIÓN DEL TÉRMINO PROVISIONAL Y SU FUNCIÓN EN ODONTOLOGÍA

Por definición el termino provisional significa, “no definitivo”; que se hace, se tiene o esta temporalmente en sustitución de otra cosa o persona.

En odontología las restauraciones provisionales deben satisfacer los siguientes parámetros:

- Protección pulpar y sedación del pilar preparado.
- Protección del diente contra la caries dental.
- Proveer confort y función.
- Permitir evaluar el paralelismo de los pilares.
- Proveer un método inmediato de reemplazar un diente perdido.
- Prevenir la migración de los pilares.
- Proporcionar estética.
- Proveer un ambiente que conduce a la salud periodontal.
- Evaluación y refuerzo de los cuidados bucales del paciente en casa.
- Asistir en la terapia periodontal proveyendo visibilidad y acceso al sitio quirúrgico cuando se remuevan.
- Ayudar en el desarrollo y en la evolución del esquema oclusal antes del tratamiento definitivo.
- Permitir la evaluación de la dimensión vertical, fonética y función masticatoria.
- Ayudar a determinar el pronóstico de pilares dudosos durante el plan de tratamiento protésico. (6)
- Permitir la planeación de cambios en la localización y contorno de la encía. (4)
- Permitir la planeación del tamaño, forma y color de la restauración final. (4)

Cuando mencionamos el termino, “prótesis provisional”, nos estamos refiriendo que no permanecerá en boca más que por un período corto de tiempo, hasta recibir la restauración definitiva. Esto, no siempre es cierto, ya que puede haber ocasiones en las que el tratamiento protésico sea prolongado, ya sea, por que se requiera de valoración interdisciplinaria por parte de otras áreas odontológicas (6) o en ocasiones en las que el paciente tenga que ausentarse de la consulta odontológica, ya sea por vacaciones, viajes de negocios, entre otros. Hay casos en los que el paciente prefiere mantener el provisional por largos períodos de tiempo, a tener que pagar una restauración definitiva. Por lo anterior, la restauración provisional necesitaría permanecer más tiempo en la cavidad bucal; por ello es cada vez más importante fabricar restauraciones provisionales que cumplan con los parámetros antes mencionados a corto y largo plazo, dentro de las posibilidades.

2. TIPOS DE MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE PROVISIONALES

Los conocimientos y la habilidad que el operador tenga, serán importantes para que las restauraciones provisionales, cumplan con su función, esto aunado a la cooperación y disponibilidad del paciente. Pero existe un elemento indispensable para que el tratamiento tenga mayor probabilidad de éxito, y este es, el conocimiento que tengamos de los diversos tipos de materiales existentes para la fabricación de restauraciones provisionales.

Según Ana M. Diaz-Arnold y cols., al elegir un material para confeccionar una restauración provisional, son numerosos los factores clínicamente deseables, incluyendo un adecuado tiempo de trabajo, facilidad para mezclar y reparar, biocompatibilidad con la pulpa y tejidos blandos, estabilidad dimensional durante y después de la fabricación, diversidad de sombras y estabilidad de color. (4)

A continuación se presenta información de los tipos de resinas para fabricar restauraciones provisionales, su elección en la práctica clínica, dependerá del tipo de tratamiento que se esté realizando y del juicio y experiencia del odontólogo.

A) AUTOPOLIMERIZABLES

• RESINAS A BASE DE METIL-METACRILATO

Su presentación es en forma de polvo-liquido. El componente principal es el metil-metacrilato (MMA), que se halla en el polvo en forma de partículas prepolimerizadas (PMMA), y en el líquido, en forma de monómero (MMA). El iniciador se encuentra en el polvo y es el peróxido de benzoilo. En el líquido encontramos, además del monómero, un inhibidor (hidroquinona) que evita la polimerización del líquido durante su almacenamiento, un activador (amina terciaria) que disocia el peróxido de benzoilo produciendo los radicales libres que inician la polimerización, un plastificante (ftalato de dibutilo) y un agente que favorece la formación de enlaces cruzados (derivado del etilenglicol).

Como ejemplos de resinas a base de MMA tenemos: TAB 2000® de Kerr, Unifast II® de GC, Duralay® de Reliance o Temporary Bridge Resin® de Caulk-Dentsply.

Las ventajas que presentan son:

- Buena estabilidad del color y buena estética durante varias semanas.
- Buen pulido y propiedades mecánicas aceptables
- Fáciles de manipular y podemos variar la consistencia.
- Bajo costo.

Las desventajas que presentan son:

- Contracción de polimerización y exotermia considerable en comparación con las otras resinas.
- Inadecuado ajuste marginal, que se puede compensar con un rebase.

- Una vez polimerizado el material, se deberán realizar retenciones, ya que no podrán realizarse reparaciones directas en el material.
- Son incompatibles con los cementos a base de eugenol.
- Toxicidad del monómero libre residual dando lugar a reacciones titulares. (2)

• RESINAS A BASE DE ETIL-METACRILATO

Su presentación es en polvo-líquido. El componente principal es el etil-metacrilato (EMA), que en el polvo se halla en forma de partículas prepolimerizadas de polietilmetacrilato (PEMA). Puede presentarse también en forma de viniletilmetacrilato (VEMA). El líquido por su parte, puede ser monómero de n-butilmetacrilato, o isobutilmetacrilato.

Las ventajas que presenta son:

- Baja exotermia y baja contracción de polimerización.
- Bajo costo.
- Se puede variar la consistencia.

Las desventajas son:

- Deficientes propiedades mecánicas.
- Pobre estética y estabilidad de color.
- Presencia de monómero residual. (2)

Según Ana M. Diaz-Arnold y cols., el etil-metacrilato, históricamente ha mostrado poca resistencia al desgaste y pobre estética. (4)

• RESINAS BIS-ACRÍLICAS

Las resinas bis-acríticas aparecen como competidoras del PMMA y del PEMA. Se trata de resinas a base de metacrilatos multifuncionales con relleno de vidrio y/o sílice (hasta un 40%). La presencia de relleno es la principal diferencia de las resinas bis-acríticas con respecto al PMMA y PEMA. (2)

Las pastas base de los composite bis-acríticos, consisten en acrilatos bifuncionales que proveen entrecruzamiento y así incrementan la resistencia mecánica. Los metacrilatos no presentan entrecruzamiento y sin una polimerización bajo presión, puede ocurrir atrapamiento de aire y resultar en valores bajos de resistencia. Las resinas bis-acríticas, también presentan rellenos inorgánicos para incrementar su resistencia a la abrasión y disminuir su contracción de polimerización. Estudios previos realizados por diversos autores, han reportado adecuada fidelidad marginal y estabilidad de color con los materiales bis-acríticos. En varias fuentes bibliográficas se expresa, que aparte de estas propiedades las resinas bis-acríticas presentan adecuada dureza, baja reacción exotérmica, no deja monómero residual y su manejo es fácil, ya que la mayoría de resinas bis-acríticas se dispensa con cartuchos de automezcla. (2, 4)

Norbert Moszner señala en su artículo “Bis-(acrylamide) s as new cross-linkers for resin-based composite restoratives” (Las Bis-(acrilamida) s como nuevos entrecruzadores para composites restaurativos basados en resina), que las propiedades mecánicas de los polímeros en red, son superiores a los polímeros lineales. Se menciona que las acrilamidas difuncionales muestran mejoras en su estabilidad hidrolítica, comparada con los dimetacrilatos. (7)

Según Kenneth G. Boberick, la mayor desventaja de los composites bis-acrílicos es su fragilidad, lo cual limita su uso en restauraciones provisionales de múltiples unidades. (1)

De cualquier manera un resumen de las ventajas y desventajas de las resinas bis-acrílicas, se presenta a continuación:

Ventajas:

- Fácil de usar (la mayoría se presenta en cartuchos de automezcla).
- Poca exotermia comparada con las resinas a base de metil-metacrilato y etil-metacrilato.
- Se pueden usar para su cementación cementos a base de eugenol.
- Se puede reparar mediante composite o resinas fluidas.
- No deja monómero residual.
- Contracción de polimerización baja (inferior a un 3%).

Desventajas:

- Poca estabilidad del color en comparación con PMMA.
- Resistencia moderada (es discutible su uso en brechas largas).
- Formación de capa inhibida (necesita de pulido).
- No dispone de consistencia masilla (putty), por lo que deberá utilizarse con un molde o matriz. Además al no poderse variar la consistencia para conseguir una mezcla más fluida, será más difícil hacer rebasados.
- El cartucho de automezcla desperdicia material (de 0.51 a 1.21g por cada mezclado según el producto).
- Producto caro.

Como ejemplos de resinas bis-acrílicas tenemos el Protemp II® y Protemp Garant® de ESPE, Luxatemp® de Zenith/DMG, Structur 2 Dominant® de Voco y el Temphase® de Kerr. El primero es un sistema de dos pastas y el resto se dispensa mediante pistola de automezcla.

Normalmente se presentan en dos consistencias, una blanda y elástica inicial (al cabo de unos dos minutos), que nos permite recortar los excesos, y una rígida final. Se deberán recortar los excesos antes de pasar a la fase rígida, ya que, si existen retenciones en los pilares protésicos, será muy difícil retirar las restauraciones provisionales. (2)

B) MATERIALES DUALES

La base suele ser el dimetacrilato de uretano (UDMA). Como ejemplo tenemos el Provipont DC® de Vivadent y el Luxatemp Solar® de Zenith/DMG. Otra formulación, la

del Iso-Temp® de 3M, que se trata de una resina bis-acrítica. Todos estos compuestos contienen relleno y se presentan en un sistema de automezcla. Hay un producto que se presenta a base de PMMA, cuya presentación es en forma de polvo-liquido, el Unifast LC® de GC.

Se caracterizan por que en una primera fase tiene lugar una reacción autopolimerizable, adquiriendo el material una consistencia elástica. En una segunda fase, y mediante luz halógena se procede a fotopolimerizar. Si son una o dos coronas será un procedimiento rápido, mientras que si son más, el procedimiento será largo, ya que se tendrá que fotopolimerizar parte por parte cada una de las coronas.

Son resinas que en general, son inferiores, a los materiales autopolimerizables. (2)

C) MATERIALES FOTOPOLIMERIZABLES

Son resinas a base de UDMA de igual forma que las anteriores y llevan igualmente relleno, son básicamente composites. El Triad VLC® de Dentsply es un ejemplo. Tiene la ventaja de no liberar monómero, ni presentar reacción exotérmica, pero las propiedades mecánicas y estéticas son inferiores a las otras resinas. Requiere de una cámara de polimerización especial. (2)

D) MATERIALES TERMOPOLIMERIZABLES

La diferencia con las resinas de autopolimerización en base a MMA es que el líquido no tiene activador, pues lo será el calor. Este tipo de resinas nos da mayor resistencia mecánica y al desgaste, una mejor estabilidad del color y pulido, mejorando la estética. Cuando las restauraciones provisionales estén por largo tiempo se recomienda su uso, o cuando las exigencias estéticas sean máximas. Estas resinas se manipulan exclusivamente en el laboratorio. (2)

3. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES PARA LA FABRICACIÓN DE PROVISIONALES

Son varias las propiedades deseables que deben presentar los materiales para confeccionar restauraciones provisionales, como hemos visto, para que estas mantengan su integridad a través del tiempo y, en relación directa, para proteger la integridad y vitalidad del diente a restaurar.

A continuación se analizara algunas de ellas:

A) CONTRACCIÓN DE POLIMERIZACIÓN

Esta propiedad se encuentra íntimamente relacionada con el ajuste marginal que provee la restauración provisional con respecto al pilar protésico. A mayor contracción exista, mayor será el desajuste marginal. El metil-metacrilato (MMA), al polimerizar y formar el PMMA sufre una contracción de hasta el 6%. De todos los materiales para la fabricación de restauraciones provisionales el metil-metacrilato es el que produce la mayor contracción.

La contracción aumentara si la proporción de monómero es mayor. En el caso de las resinas bis-acrílicas, por tener un mayor peso molecular produce una contracción inferior al 3%. El etil-metacrilato produce una contracción moderada y las resinas a base de dimetacrilato de uretano (UDMA), producen una contracción baja. (3)

B) AJUSTE MARGINAL

Un ajuste marginal adecuado de las restauraciones provisionales, proveerá de condiciones favorables al remanente dental, hasta que la restauración definitiva se coloque en boca. Si no existe un adecuado ajuste marginal, el diente se verá expuesto a agresiones físicas, químicas, térmicas y bacterianas. Principalmente, se favorecerá la acumulación de placa bacteriana, que podría producir inflamación gingival o acumulación de bacterias formadoras de caries. Los cambios bruscos de temperatura, como por ejemplo el consumo de una taza de café excesivamente caliente o un helado, podría llegar a ocasionar daños en la vitalidad pulpar. La disolución del cemento, ya sea este, temporal o permanente estará presente.

El ajuste marginal depende de varios factores:

- Técnica de confección:

Si comparamos la técnica directa con la indirecta, encontraremos que la técnica indirecta proporciona una mejor adaptación marginal, ya que esta última se confecciona en el laboratorio. La técnica directa-indirecta, proporciona buen ajuste marginal, es decir, al confeccionar primero los provisionales en un laboratorio antes de tallar los dientes y rebasarlos en boca.

- Situación ambiental en la que tiene lugar la polimerización:

Se menciona en la bibliografía, que una restauración provisional sometida a un ambiente húmedo durante la polimerización, presenta mejor ajuste marginal, que una restauración sometida a polimerización en un ambiente seco. Ya que se cree, que debido a la sorción acuosa se compensa la contracción de polimerización. Si la temperatura es mayor a 30°C mientras se produce la polimerización, se acelera la reacción, la polimerización es más completa, pero se produce mayor contracción y por tanto, mayor desajuste marginal. Cuando el material ya está polimerizado, si el ambiente es húmedo y hay una carga continua, los márgenes de la restauración se degradan con el tiempo.

- Material:

Las restauraciones provisionales realizadas con materiales fotopolimerizables o duales, muestran mayor discrepancia marginal; en cambio las resinas autopolimerizables a base de EMA, MMA o bis-acrílicas presentan mejor ajuste. Entre mayor cantidad de material o de monómero se requiera mayor será la contracción y el desajuste marginal. Por ello será importante aplicar las proporciones indicadas por el fabricante y realizar rebases para mejorar el ajuste.

- Tipo de acabado marginal:

Las restauraciones provisionales con un acabado en hombro, presentan mejor adaptación marginal a través del tiempo, que la que pueden presentar una terminación en chaflán o un filo de cuchillo. (3)

C) ACABADO SUPERFICIAL Y PULIDO

Un buen acabado y pulido de la superficie es necesario, ya que una superficie rugosa favorecerá la retención de alimento, células muertas y bacterias formadoras de placa dentobacteriana, esto provocará una tinción en la restauración, alterando el color y la estética. Además retendrá olores, ocasionando halitosis al paciente. Es por ello que una superficie suave y pulida facilitará la higiene bucal evitando la retención de placa dentobacteriana. Se recomienda pulir las restauraciones provisionales, con copas de silicona, si el provisional va a permanecer poco tiempo en boca, pero en largos períodos de tiempo se recomienda el uso de discos para pulir composites y discos de fieltro.

Al comparar los diferentes tipos de materiales, no se encuentran diferencias en cuanto al pulido de resinas con relleno (bis-acrílicas), o sin relleno (PMMA o PEMA). Es por ello que el pulido, no depende tanto de la presencia de relleno, sino de otros factores como la composición de la matriz de resina. El molde o matriz utilizado para la fabricación del provisional también influye, ya que si se utiliza una matriz realizada con máquina de vacío, esta proporcionará una superficie más lisa. (3)

D) ESTABILIDAD DEL COLOR

Esta propiedad desde el punto de vista estético de cada paciente, tendrá mayor o menor relevancia. El tiempo es un factor importante para la estabilidad del color, ya que si el provisional se requiere por largos períodos de tiempo, será necesario un material que ofrezca una gran estabilidad de color.

La sorción acuosa es la propiedad responsable de cambios en el color a raíz del tiempo, puesto que entre más tiempo pase, mayor será la sorción y la estabilidad del color se verá afectada y como ya vimos, los materiales rugosos favorecerán cambios en el color de la restauración provisional.

Las resinas a base de MMA presentan un color más estable, que los materiales a base de EMA y las resinas bis-acrílicas. Dentro las resinas a base de MMA, las que son autopolimerizables tienen una mayor tendencia a producir cambios de color, que las termopolimerizables, debido a que las aminas terciarias activadoras continúan reaccionando con el peróxido de benzoilo para formar un producto final coloreado y también por otro lado, la hidroquinona (inhibidor) reacciona con el peróxido de benzoilo produciendo un cambio en el color. En lo que respecta a las resinas fotopolimerizables y duales, estas presentan cambios importantes en el color. De cualquier forma los cambios en el color en los tipos de materiales, se empiezan a observar a partir de dos a tres meses, período durante el cual se completa la mayoría de los tratamientos protésicos, por lo que se preferirá elegir un material, no por su estabilidad de color, sino por propiedades como resistencia mecánica, ajuste marginal o reacción exotérmica, entre otros. Pero si la restauración debe permanecer por períodos mayores a tres meses, entonces se preferirá un material con gran estabilidad al color como es el caso de los termopolimerizables. (3)

E) RESISTENCIA COMPRESIVA

La resistencia compresiva es una propiedad mecánica. El término “Propiedad mecánica”, hace referencia al comportamiento de los cuerpos ante cargas o fuerzas externas, que tratan de modificar su forma o estructura, ocasionando deformación y ruptura.

En la cavidad bucal, vamos a encontrar una serie de fuerzas o cargas como resultado de la acción muscular del sistema estomatognático, fuerzas estáticas o dinámicas, que son aplicadas sobre las estructuras dentales, tejidos de soporte y también, en el caso que compete a esta investigación, sobre materiales para la fabricación de restauraciones provisionales. Las cargas se clasifican de acuerdo a su dirección y son: las fuerzas de tipo tensional, elástica o traccional; fuerzas de torsión, fuerzas tangenciales, fuerzas de tipo compresivo y cargas complejas. En las cargas de tipo compresivo, la aplicación de la fuerza es en sentido vertical. Si se coloca un cuerpo bajo esta carga, este se comprime o acorta; es decir el efecto que produce es la disminución de la distancia interatómica.

Una vez explicadas las fuerzas de tipo compresivo, debemos saber, que cuando estas ocurren, el cuerpo que recibe la carga compresiva genera una fuerza interna que se opone a la carga experimentada y que se le denomina *resistencia compresiva*. (8, 9, 10)

Como definición de *resistencia*, tenemos que es la oposición que presenta un material a ser modificado por un agente mecánico (carga), físico (electricidad y temperatura) o químico

(oxidación) (9). En el caso de la *resistencia compresiva*, será la oposición que presente un material a ser deformado por fuerzas o cargas compresivas.

Las propiedades mecánicas de los materiales para fabricación de provisionales, disminuyen con el tiempo, básicamente como consecuencia de la sorción acuosa en el medio oral, provocando disminución del módulo elástico. Esto se puede disminuir polimerizando bajo presión, ya que con esto, disminuyen los microporos, y la presencia de enlaces cruzados vuelve a la resina menos hidrófila. Las resinas termopolimerizables tienen mayor resistencia mecánica que las autopolimerizables, ya que en las primeras la polimerización es más completa. Los materiales fotopolimerizables, presentan el mayor módulo de elasticidad y la mayor resistencia a la fractura las primeras veinticuatro horas, pero con el tiempo, es el material que muestra mayor descenso de estos valores. En cambio, tanto el módulo de elasticidad como la resistencia a la fractura de las resinas en base a MMA, se mantienen en el tiempo por lo que son preferibles. Estas propiedades son inferiores, tanto en las resinas bis-acrílicas, como en las basadas en el EMA, sin embargo Debra R. Haselton y cols., mencionan en su estudio, que cuatro de las resinas bis-acrílicas probadas por ellos, mostraron mayor resistencia flexural comparadas con las resinas a base de metacrilatos y aunque la prueba no fue de resistencia compresiva, sirve como punto de referencia, ya que dependiendo la composición de las resinas bis-acrílicas, será su resistencia, independientemente si es o no, resistencia a la compresión. Un módulo de elasticidad elevado y que se mantenga a través del tiempo, será necesario, con el fin de aumentar la rigidez y minimizar la flexión. Cabe mencionar, que es posible mejorar la resistencia mecánica de restauraciones provisionales de varias unidades, adicionando materiales de refuerzo como una subestructura metálica, alambre de acero inoxidable o fibras de carbono, vidrio o polietileno. (3, 11, 12)

Según Takahiro Ogawa y cols. , las resinas autopolimerizables a base de MMA muestran un incremento de las propiedades mecánicas y módulo elástico, si son sometidas durante su polimerización en agua caliente a temperaturas desde 40°C, en cual la resistencia a la fractura ya es significativa comparada con la polimerización a 23°C en aire. Produciéndose hasta 2 veces mayor resistencia y módulo elástico con temperaturas de 60°C y 80°C, comparado con 23°C en aire. La desventaja es que aumenta la contracción y el desajuste marginal, pero esto se compensa con un rebase con resina polimerizada en condiciones normales. (13)

Medir la resistencia de un material, representara medir la fuerza externa necesaria para fracturar un cuerpo construido con ese material. Para ello se confecciona un cuerpo denominado probeta y se le somete a fuerzas progresivamente en aumento, hasta su ruptura. La cantidad de fuerza soportada dependerá del tamaño y tipo de material que se utilice en la prueba. (14)

F) DUREZA

El termino dureza es difícil de definir. En mineralogía, la dureza de una sustancia depende de su capacidad para resistir el rayado. En metalurgia, y en otras disciplinas, el concepto de dureza mas aceptado es el de “resistencia a la mella” (10). Según Federico H. Barceló Santana y col., dureza se define como la resistencia a la penetración, al desgaste o al

rayado; y menciona que para penetrar o desgastar un material, se debe usar otro material con mayor dureza. (9)

Hay diversos tipos de pruebas de dureza de superficie. La mayor parte dependen de la capacidad de la superficie del material para resistir la penetración por una punta, bajo una carga específica. Las pruebas usadas más a menudo son: *Barcol*, *Brinell*, *Rockwell*, *Shore*, *Vickers* y *Knoop*. La elección dependerá del material que se va a medir. En la prueba de dureza Vickers se emplea una punta piramidal de diamante con ángulo de 136 grados. El método para calcular el número de dureza de Vickers es el mismo que para el de Brinell, en el cual la carga se divide por el área proyectada de la muesca en forma de rombo. Las longitudes de las diagonales de la muesca se miden y se promedian. La carga aplicada es variable, dependiendo de la dureza que se presume en el espécimen de prueba. Se aplica esta prueba en especial a metales y aleaciones de uso dental. Las aleaciones de oro dental generalmente se clasifican por esta escala. Sin embargo, la prueba es apropiada para determinar la dureza de los materiales frágiles. Las pruebas de Knoop y Vickers se clasifican como pruebas de *microdureza*, en comparación con las de Brinell y Rockwell que son de *macrodureza*. Tanto la prueba de Knoop como la de Vickers emplean cargas menores de 9.8 N. Las escotaduras resultantes son pequeñas y se limitan a una profundidad menor de 19 μm . Por lo tanto, se puede medir la dureza en regiones pequeñas de objetos muy delgados. Por ello, está justificado el uso de la prueba de dureza Vickers para esta investigación. Las pruebas de Rockwell y Brinell dan valores promedio de dureza, de áreas mucho más grandes. En odontología se informan los valores de dureza con las siglas HN seguidas de la inicial del método empleado. Así, si el método es de Knoop, por ejemplo, se escribe HNK. (8, 9, 10)

La dureza superficial de los provisionales fabricados con resina bis-acrítica o con resinas fotopolimerizables es significativamente mayor, que la de los provisionales confeccionados con PMMA, siendo aun menor la del PEMA. La dureza de las resinas bis-acríticas y de las resinas fotopolimerizables es mayor, debido a que los acrílicos bifuncionales tienen la capacidad para establecer enlaces cruzados. El propio relleno que contienen incrementa a su vez la resistencia al desgaste. (3, 11)

G) REACCIÓN EXOTÉRMICA

Como definición, tenemos que reacción exotérmica es cualquier reacción química que desprende energía o calor. Por ejemplo, la reacción de neutralización del ácido clorhídrico con hidróxido de sodio desprende calor, y a medida que se forman los productos, cloruro de sodio (sal) y agua, la disolución se calienta. Cuando una sustancia desprende energía en una reacción exotérmica, su entalpía disminuye (la entalpía es una medida del intercambio energético entre una sustancia y su entorno). (15)

Buena parte de los materiales utilizados para la confección de restauraciones provisionales, presentan reacción exotérmica durante su polimerización (reacción química). Un incremento de 5.5°C en la temperatura de la cámara pulpar provoca lesiones irreversibles (necrosis pulpar) en el 15% de los casos. (3)

Diversos artículos respaldan esta información, por ejemplo, según Goodis *et al.*, “la pulpa está encerrada en duras paredes dentinales, esto consiste en gran cantidad de tejido conectivo con un pequeño suministro sanguíneo, y no tiene la posibilidad de desarrollar

circulación colateral”. Debido a esto la pulpa es vulnerable a las reacciones exotérmicas producidas por los materiales que se utilicen sobre ella. Además, los daños a la pulpa se producen también por desecación, exposición a químicos e infecciones bacterianas. El calor transferido a la pulpa, ocasiona cambios histopatológicos, como reacciones al calor en la periferia de la pulpa, incluyendo la formación de ampollas, odontoblastos ectópicos y su destrucción, coagulación de protoplasma, expansión del líquido en los túbulos dentinales y pulpa, con incremento de la salida del flujo desde los túbulos. La confección de una restauración provisional, principalmente a través de la técnica directa ocasiona daños vasculares dentro de la pulpa, con la consecuente necrosis del tejido. Según Jacopo Castelnovo y cols. , un aumento en la temperatura de la cámara pulpar mayor a 5.6°C es considerado inaceptable, por la pérdida de la vitalidad. Zach y Cohen, reportaron 15% de daño pulpar irreversible en cambios, en elevación de temperatura de 5.5°C, 60% en elevaciones de 11°C, y 100% para elevaciones de 16.6°C. (16, 17)

Para minimizar las agresiones a la pulpa se puede seguir las siguientes pautas:

- *Técnica.* Si se recurre a la técnica indirecta se evitara que ocurra la reacción exotérmica sobre el diente. También se puede emplear la técnica directa-indirecta, o técnica “on-off” (confección en boca retirando y reinsertando repetidamente el provisional).
- *Refrigeración.* Mientras polimeriza el material sobre el diente, se puede aplicar agua con la jeringa triple.
- *Materiales apropiados.* Utilizar materiales cuya reacción de polimerización sea lo menos posible exotérmica, como las resinas fotopolimerizables, duales o bis-acrílicas. Los polimetilmetacrilatos (PMMA), presentan la mayor exotermia. Después encontramos los polietilmetacrilatos (PEMA), y posteriormente encontramos las resinas bis-acrílicas, siendo las de menor exotermia las fotopolimerizables.
- *Proporción de la mezcla.* Si se utilizan las proporciones señaladas por el fabricante, se evitara excesos en la cantidad de material, lo que minimizara la reacción exotérmica. Existen dispensadores de automezcla, que proveen de la proporción exacta.
- *Matriz utilizada.* Si se utiliza una matriz de alginato para la confección del provisional, debido a sus características se favorecerá una mayor y más rápida disipación del calor, después tenemos las matrices de silicona y las que disipan menos el calor son las matrices obtenidas mediante maquinas al vacío como por ejemplo las matrices de polipropileno. (3, 11, 16)

4. RESINAS BIS-ACRÍLICAS DE AUTOPOLIMERIZACIÓN, UTILIZADAS EN ESTE ESTUDIO.

Como pudimos observar, las resinas bis-acríticas son en general, un material muy aceptable, por que en muchas de las propiedades mencionadas anteriormente, proporcionan buenos resultados.

Ahora analizaremos las resinas bis-acríticas que son objeto de este estudio, como son: Systemp c&b II® de Ivoclar Vivadent, VersaTemp® de Sultan Healthcare y Luxatemp AM Plus® de Zenith/DMG.

La información que a continuación se presenta es proveniente del fabricante.

A) SYSTEM C&B II DE IVOCLAR VIVADENT.

El fabricante menciona, que es un material composite autopolimerizable en forma de pasta para la elaboración de coronas y puentes provisionales. Suministrándose en cartuchos con proporción 10:1 base/catalizador.

- *Colores.* Se presenta en cinco colores: Bleach XL, A1, A2, A3, A3.5
- *Composición.* Está compuesto de metacrilatos multifuncionales (48% en peso) y rellenos inorgánicos (47% en peso). Además contiene plastificantes, catalizadores, estabilizadores y pigmentos (5% en peso).
- *Indicaciones.* El fabricante menciona que es un material de coronas y puentes provisionales indicado para la realización de inlays, onlays, coronas y puentes. Se puede utilizar como material de rebase para coronas prefabricadas de resina de policarbonato.
- *Contraindicaciones.* El fabricante señala no utilizar en pacientes con alergia conocida o intolerancia a cualquiera de los ingredientes del producto.
- *Efectos secundarios.* El fabricante menciona que en raros casos, los componentes del producto pueden provocar reacciones de sensibilización. En estos casos, deberá interrumpirse el uso del producto.

Aplicación.

1. Impresión preliminar.

El fabricante sugiere, utilizar una matriz de alginato o silicona. Si los dientes sin preparar muestran una adecuada morfología oclusal, que pueda transferirse a la restauración provisional o incluso a la restauración permanente, y si existen dientes de apoyo se podrá realizar una impresión preliminar, para que sirva como matriz para la confección de los provisionales. Antes de la preparación o extracción de los dientes se realizara la impresión con los materiales sugeridos. Para facilitar la recolocación de la

impresión en la cavidad bucal, las zonas gingivales interdentes en la impresión se tienen que recortar y eliminar las socavaduras. Si la oclusión es defectuosa, puede requerirse una realización en cera en laboratorio antes de la toma de la impresión.

Laminas termoplásticas. El fabricante menciona, que si se utiliza una matriz plástica realizada al vacío, se debe tener cuidado que el material termoplástico no se adhiera químicamente con Systemp c&b II®. Se deben utilizar laminas termoplásticas (p. ej. Planchas de polietileno), para que la matriz se pueda reutilizar. Si se quiere obtener una unión entre el material plástico y Systemp c&b II®, se deben elegir planchas de plástico diseñadas para ese fin.

2. Sistema de cartucho.

- Presionar la palanca de liberación negra, situada debajo del embolo en la parte posterior del dispensador y tirar del embolo hacia atrás el máximo posible.
- Levantar el cierre del cartucho e insertar el cartucho. Bajar el cierre del cartucho. Deslizarlo hasta que toque el cartucho.
- Retirar el tapón de cierre o cánula de mezcla utilizada, realizando un giro de ¼ de vuelta en sentido de las manecillas del reloj y desecharlo. No reutilizarlo.
- Insertar una nueva cánula de mezcla, de tal manera que la muesca en forma de “V” sobre la base coloreada este alineada, con la muesca en forma de “V” en la carcasa del cartucho. Mientras se aprieta la base coloreada y no la cánula de mezcla, girar esta última ¼ de vuelta en sentido de las manecillas del reloj.
- El material se mezcla y dispensa a través de la cánula de mezcla, empujando el gatillo y se puede aplicar directamente en la matriz.

Retirada del cartucho.

Levantar la palanca de liberación debajo del embolo en la parte posterior del dispensador y tirar del embolo. Levantar el cierre del cartucho en la parte anterior y superior del dispensador y retirar el cartucho. Dejar puesta la cánula de mezcla en el cartucho, ya que, servirá como tapón de cierre hasta el siguiente uso.

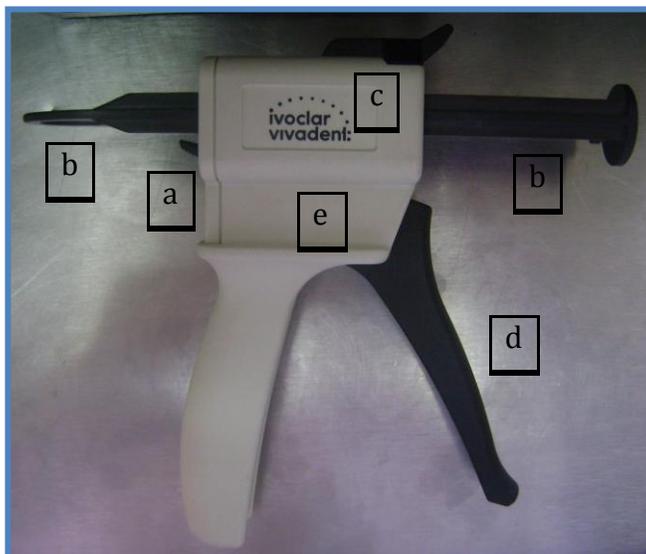


Figura 1. Dispensador de automezcla. Palanca de liberación (a), embolo (b), cierre del cartucho (c), gatillo (d), dispensador (e). (Fuente propia)



Figura 2. Cartucho de Systemp c&b II®. Carcasa del cartucho (a), tapón de cierre (b). (Fuente propia)

3. Aplicación.

Systemp c&b II® se mezcla automáticamente cuando se dispensa con una ligera presión directo, sobre la matriz, según el fabricante. Antes de cada aplicación, extraer y desechar una cantidad de material del tamaño de un guisante. Para evitar burbujas, aplicar primero el material en las superficies oclusales, seguidamente se rellena las áreas gingivales. Mantener la cánula de mezcla inmersa en el material para evitar burbujas.

Si es necesario, el fabricante menciona que Systemp c&b II® se puede aplicar alrededor del diente preparado para evitar formación de burbujas a lo largo de los márgenes de la preparación.

El tiempo de trabajo según el fabricante es de aprox. 1 minuto a temperatura ambiente (23°C/ 73°F).

4. Realización de provisionales.

a) Fabricación en boca.

El fabricante dice que los dientes preparados deben estar ligeramente humedecidos, el cual se puede lograr pincelándolos con un gel de glicerina hidrosoluble. Las áreas de socavaduras del diente preparado o los dientes adyacentes se deben aliviar con materiales apropiados. Reposicionar la impresión re-llenada con Systemp c&b II®, sobre el diente preparado. El tiempo de fraguado en boca según el fabricante es de aproximadamente 1 a 2 minutos. Para entonces, Systemp c&b II®, alcanza una consistencia elástica dura y se puede retirar de boca junto con la impresión.

b) Confección sobre modelo.

Se recomienda lubricar las zonas de preparación sobre el modelo con separador. Reposicionar la impresión rellena con Systemp c&b II® sobre el modelo. El fabricante señala que después de aproximadamente 3 minutos, el material muestra una consistencia de elasticidad dura, parcialmente fraguada y se podrá retirar del modelo junto con la impresión.

5. Polimerización final y acabado.

El fabricante dice, que después de retirar la restauración provisional de la impresión, se debe eliminar el exceso de material con instrumentos rotatorios una vez que el material haya polimerizado completamente (después de 4 a 5 minutos). Los instrumentos de acabado apropiados son fresas fisuradas de carburo. Se debe eliminar la capa inhibida de oxígeno con alcohol o mediante un pulido de la superficie de la restauración. El pulido se realiza p. ej. Con pulidores de goma de carburo de silicio (p. ej. Astropol®).

6. Cementación de los provisionales.

El fabricante señala, que para reducir la sensibilidad de las superficies dentinarias preparadas durante la fase provisional, se puede aplicar Systemp desensitizer® antes de la cementación de la restauración provisional. Seguidamente asentar la restauración provisional, utilizando cementos provisionales libres de eugenol.

7. Reparaciones.

El fabricante menciona que los provisionales de Systemp c&b II® presentan una alta resistencia mecánica. Sin embargo, cuando ocurre una rotura de un provisional, el fabricante recomienda el siguiente proceso:

Recubrir la zona de fractura con Tetric EvoFlow® o acondicionarla con AdheSE Bond® y utilizar Systemp c&b II® recién mezclado para los trabajos de reparación. Seguidamente deberá, fotopolimerizarse Tetric EvoFlow® durante 10 segundos por cada zona si se utiliza una lámpara de polimerización de alto rendimiento (intensidad lumínica >1000 mW/cm²) o 20 segundos por cada zona si se utiliza una lámpara de polimerización convencional (intensidad lumínica >500 mW/cm²).

- *Tiempo de trabajo.* Aproximadamente 1 minuto a temperatura ambiente.
- *Tiempo de polimerización.* Aproximadamente 1 a 2 minutos a 37°C / 73°F.
- *Notas.* El material sin polimerizar se puede eliminar utilizando alcohol o disolventes similares, según el fabricante.
- *Precauciones.* El fabricante recomienda evitar el contacto de Systemp c&b II® sin polimerizar con la piel/membranas mucosas y ojos. El fabricante señala que, Systemp c&b II® puede causar ligera irritación y puede provocar sensibilización hacia los metacrilatos. Los guantes médicos comercialmente disponibles no proporcionan protección frente al efecto sensibilizador de los metacrilatos, según el fabricante.
- *Almacenamiento y caducidad.* Se deberá tener presente la fecha de caducidad del material en la etiqueta. El fabricante dice que la temperatura de almacenamiento es de 12-28°C / 54-82°F y que el material debe utilizarse solo a temperatura ambiente (el material frío es más viscoso y presenta un comportamiento de fraguado más lento). (18)

B) VERSATEMP DE SULTAN HEALTHCARE.

VersaTemp® es una resina bis-acrílica de autopolimerización diseñada para fabricar provisionales. El fabricante señala que, VersaTemp® es un material provisional funcional, con buena estética, que sirve de herramienta de diagnóstico. El fabricante señala que los provisionales confeccionados con VersaTemp® proporcionan un anticipo de la restauración permanente, permitiendo un buen ajuste, color y anatomía de la restauración provisional.

- *Características.* Es una sustancia química, que presenta buena resistencia y dureza según el fabricante. En su presentación “Versa-Temp, Temporary Crown and Bridge Resin”, se puede elegir 6 tonos distintos, compatibles con la escala de Vita (AO-Blanqueador, A1, A2, A 3.5, B1 Y C2). El tiempo de trabajo que presenta es de 1.5 minutos y el tiempo de fraguado es de 4 minutos. Cuenta con cartuchos de 5 ml, 25 ml o 50 ml. Su empaque contiene puntas de mezcla pequeñas, que debido a su tamaño disminuyen los residuos hasta en un 15%. El fabricante señala que VersaTemp® no presenta generación nociva de calor y proporciona un aspecto y brillo natural al utilizarlo con el barniz de fotocurado Gloss Cote®.

- *Especificaciones técnicas.* La dispensación es por medio de automezcla, con proporción 1:1, tiempo de aplicación de 30 segundos, tiempo de retirada de la boca de 1 a 2 minutos, tiempo de fraguado de 3 a 4 minutos en matriz, el acabado se realizara después de 4 minutos, presenta una resistencia a la flexión mayor a 70 MPa, resistencia a la compresión de 205 MPa y una temperatura máxima de fraguado de 40°C según el fabricante. (19, 20)
- *Aplicación.* Primero se deberá, fabricar una matriz que refleje la deseada restauración provisional. La matriz se debe llenar en las áreas a ser restaurado, con VersaTemp®. La matriz rellena del material se insertara en la boca del paciente o encima del modelo. Después de que el material haya entrado en la “fase elástica”, (1.5 minutos), se removerá la matriz y con cuidado se quitara la restauración. Se reinsertara la restauración y removerá una o dos veces mientras el material logra completar su polimerización (4 minutos). Recortar el principio de la restauración con un disco de diamante delgado para remover el material grueso, así mismo, establecer las troneras y el contorno individual de las unidades. El fabricante señala que se debe completar el terminado y recortado usando apropiadas fresas HP y de diamante. Si las burbujas o márgenes fracturados están presentes, el fabricante recomienda cubrir el área con GlossCote®, extraer una pequeña cantidad de material dentro del rodete de mezcla y mezclar a fondo con una espátula, después, agregar el material en la zona de la burbuja, hueco o área faltante y reinsertar la restauración hasta que la polimerización esta completa. Completar el recortado y terminado. El fabricante recomienda caracterizar y teñir con LC Stains®. Aplicar posteriormente GlossCote® sobre la superficie y fotopolimerizar. Para finalizar se tendrá que cementar la restauración, lo que se podrá hacer con el cemento temporal SensiTemp®, según lo indica el fabricante. (21)



Figura 3. Cartucho y dispensador de automezcla VersaTemp®. (Fuente propia)



Figura 4. Cartucho de VersaTemp®. (Fuente propia)

VersaTemp®, cuenta con un sistema de iniciación, que es una presentación que incluye dos jeringas de automezclado VersaTemp® de 5 ml en tonos A1 Y A2, un cemento temporal SensiTemp NEZO®, que está contenido en una jeringa de automezclado de 5 ml, que contiene óxido de zinc sin eugenol, con nitrato de potasio para reducir la sensibilidad postoperatoria. También incluye el barniz GlossCote® TempArt, en un frasco de 5 ml, que da una apariencia pulida a la restauración provisional. Por último contiene 20 puntas de mezcla marrones. (22)

C) LUXATEMP AUTOMIX PLUS DE ZENITH/DMG.

El fabricante señala, que Luxatemp-Automix Plus® es una resina bis-acrítica de autopolimerización, que sirve para la elaboración de coronas y puentes provisionales. Contiene dos componentes basados en metacrilatos multifuncionales, que se mezclan de forma automática y se suministran en cartuchos con proporción 10:1 base /catalizador. El fabricante menciona que Luxatemp® presenta, ajuste marginal adecuado, eliminando la necesidad de re-marginar el provisional, se remueve fácilmente, con mínima producción de calor durante la polimerización igual que la temperatura del cuerpo, lo cual beneficia al fabricar provisionales mediante la técnica directa, no ocasionando daño por calor, y esto elimina la necesidad de remover y recolocar múltiples veces el material durante la polimerización. El fabricante menciona que es fácil de usar el material debido a su sistema de automezcla, ahorrando tiempo. Además, señala que Luxatemp® minimiza las porosidades en la superficie, presenta estabilidad de color, adecuada resistencia a la abrasión, dureza y su pistola dispensadora es autoclavable y disminuye el desperdicio.

- *Indicaciones.* Para la elaboración de coronas, puentes, inlays, onlays, carillas provisionales y restauraciones provisionales.
- *Tiempos.* Inserción en boca 0:00 – 0:45 minutos, retirada de la boca 2:00 – 3:00 minutos, final de la polimerización 6:00 – 7:00 minutos.
- *Sistema de cartucho.* El mismo mencionado para System c&b II®.

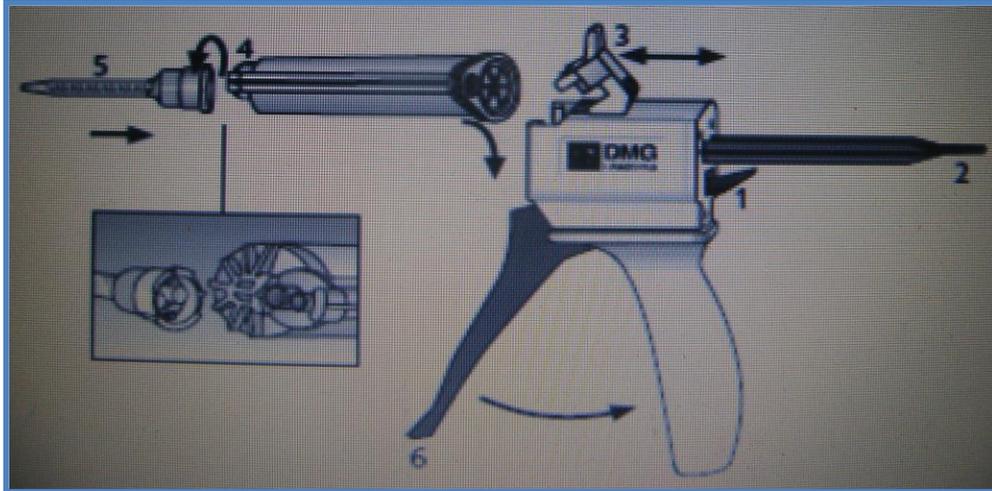


Figura 5. Cartucho dispensador de Luxatemp Automix Plus®. Palanca de liberación (1), embolo (2), cierre del cartucho (3), cartucho (4), punta mezcladora (5), gatillo (6). (Zenith/ DMG).



Figura 6. Cartucho de Luxatemp Automix Plus®. (Fuente propia)

- *Aplicación.* El fabricante recomienda que en el primer uso, se debe expulsar una cantidad de material similar a un guisante y desecharla. Antes de efectuar la preparación del muñón o muñones, o de realizar una extracción, el fabricante recomienda tomar una impresión previa con alginato, silicona o material termoplástico para impresiones. Posteriormente se debe secar los dientes preparados y lubricarlos con vaselina o un medio aislante; el tejido circundante y en su caso, los materiales para reconstrucción de muñones de resina compuesta. Seleccionar el color de Luxatemp® deseado e introducir el cartucho en el dispensador. Posterior a esto, se rellenara la impresión o la plantilla de plástico elaborada al vacio con el material. El material se dispensa inicialmente sobre las superficies oclusales y después hacia las zonas gingivales, con un ligero exceso de material. Para evitar burbujas el fabricante recomienda mantener la punta de mezclado sumergida en el

material. Antes de transcurrir 45 segundos desde el comienzo de la mezcla, la matriz con Luxatemp® deberá colocarse sobre los dientes preparados, ejerciendo una presión moderada y mantenida en su posición. El provisional debe retirarse de la boca durante la fase elástica, es decir, entre 2 y 3 minutos después de la mezcla. El proceso de fraguado debe vigilarse intraoralmente con una sonda, ya que la temperatura de la cavidad bucal influye en el fraguado, y la retirada del provisional solo es posible durante la fase elástica. Unos 4 minutos después de la retirada de la boca, la corona o puente puede acabarse y pulirse. Para facilitar el acabado debe retirarse la capa de inhibición de oxígeno de la superficie del provisional con alcohol y para el acabado del provisional deben utilizarse fresas con dentado cruzado, discos flexibles, etc. El fabricante recomienda aplicar las medidas de protección adecuada, controlar la oclusión en boca y pulir con los instrumentos indicados. Posteriormente se debe barnizar la superficie con un barniz fotopolimerizable, un disco de goma o un cepillo de pelo de cabra. Para fijar el provisional se puede usar cualquier cemento provisional. El fabricante recomienda utilizar cementos de fijación de mezcla automática, p. ej. TempoCem® que contiene óxido de zinc y eugenol o TempCemNE®, que a diferencia del primero, este último no contiene eugenol. El fabricante señala que los cementos con eugenol pueden impedir la polimerización de cementos a base de resina en la fijación definitiva. Finalmente se debe comprobar la oclusión.

- *Observaciones del fabricante.* Para lograr la unión entre los dientes pilares, en el caso de brechas en la zona de los molares, se debe cortar una muesca en el modelo. En caso de emplear plantillas de plástico al vacío, el fabricante recomienda elaborar un modelo a partir de la impresión y a continuación elaborar la plantilla de plástico. Para mejorar la precisión de provisionales grandes, estos se pueden volver a colocar en la impresión tras la retirada de la boca, hasta su polimerización definitiva.
- *Reparaciones provisionales.* Para reparar un provisional ya usado, antes de la aplicación de Luxatemp®, deberá hacerse ligeramente rugosa la zona utilizando una fresa o un chorro de arena, después aplicar un agente adhesivo, de acuerdo a las instrucciones de uso. Para reparar un provisional recién elaborado, no es necesario hacer rugosa la superficie, ni emplear un agente adhesivo. Posterior a esto, aplicar Luxatemp® sobre todas las superficies, mantener apretadas las partes durante 3 minutos. Pasados 6 minutos, acabar la zona reparada de modo habitual. Para acelerar el proceso de polimerización, se puede sumergir unos minutos la restauración reparada, en agua a 50°C. El fabricante sugiere que el provisional elaborado con Luxatemp® también se puede reparar con la resina compuesta fotopolimerizable LuxaFlow®.
- *Características técnicas.* La resina bis-acrítica Luxatemp® presenta una resistencia a la compresión de 250 MPa, resistencia a la flexión de 91.5 MPa, resistencia diametral a la tracción de 36 MPa, dureza Barcol de 37, absorción de agua de 0.76% en peso, temperatura máxima de polimerización de 38°C. y una contracción baja durante la polimerización (.45% lineal), según menciona el fabricante.
- *Efectos secundarios.* El fabricante menciona que no se conocen efectos secundarios sistémicos y que a pesar de ello, el material no debe utilizarse si existe alergia conocida a alguno de los componentes, o si aparecen alergias por contacto. El

fabricante recomienda evitar el contacto con los ojos, la piel y en caso de contacto accidental, utilizar abundante agua y acudir al médico si fuera necesario.

- *Composición.* Material de carga de vidrio en una matriz de metacrilatos multifuncionales; catalizadores, estabilizantes y aditivos. No contiene metilmetacrilatos, ni peróxidos. La proporción de materiales de carga es 44% en peso = 24% en volumen (0.02 – 2.5µm), según el fabricante.
- *Conservación.* El fabricante menciona que, hay que almacenar el producto en un lugar seco a temperaturas no superiores a 25°C. Emplear solo a temperatura ambiente y no utilizar después de la fecha de caducidad.
- *Presentación.* El cartucho contiene 76 g de pasta; Luxatemp® ofrece un dispensador y puntas especiales y colores A1, A2, A3.5, B1 y Bleach Light. (23, 24)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se sabe que las resinas bis-acrílicas son un material que presenta propiedades aceptables, incluso superando a otros tipos resinas; sin embargo es poca la información científica, que muestra las propiedades de resistencia compresiva, dureza y reacción exotérmica de las resinas bis-acrílicas objeto de este estudio (Systemp c&b II  de Ivoclar Vivadent, VersaTemp  de Sultan Healthcare y Luxatemp AM Plus  de Zenith/DMG). Las propiedades mecánicas tratadas en la mayoría de artículos hablan de resistencia flexural, pero pocos mencionan la resistencia compresiva. No existen estudios de dureza en escala de Vickers en el que se compare a las resinas bis-acrílicas objeto de este estudio. En cuanto a la reacción exotérmica se menciona que las resinas bis-acrílicas en general, presentan una reacción exotérmica menor a la presentada por otros tipos de materiales, pero no existen artículos que muestren un estudio comparativo de la reacción exotérmica de las tres resinas bis-acrílicas objeto de esta investigación. Se desconoce la resistencia compresiva de las tres resinas después de haber sido almacenadas a 37 C en agua desionizada por 1, 4, 24 y 168 horas. Se desconoce la dureza en escala Vickers de las tres resinas bis-acrílicas, después de haber sido almacenadas a 37 C en agua desionizada por 1, 4, 24 y 168 horas. Se desconoce si la reacción exotérmica generada por las tres resinas bis-acrílicas pueda causar lesiones en la pulpa.

JUSTIFICACIÓN

Recientemente las resinas bis-acríticas han ganado popularidad y se han difundido más, debido a sus características de fácil manejo por su sistema de automezcla; poca exotermia y contracción de polimerización, debido a su mayor porcentaje de relleno inorgánico; buena resistencia mecánica y dureza, ya que son composites bifuncionales que proveen entrecruzamiento. Esto aunado a que las resinas a base de metil-metacrilato, presentan una mayor reacción exotérmica y contracción de polimerización, hacen de las resinas bis-acríticas una buena opción para su utilización y por lo tanto es importante conocer su resistencia compresiva, dureza y reacción exotérmica, para tener una referencia, que nos ayude a elegir el material que más convenga en cada caso.

HIPÓTESIS

1. Para las pruebas de resistencia compresiva, se espera que a medida que se mantenga más tiempo almacenadas en agua desionizada a 37°C disminuya la resistencia compresiva, siendo más notable en la prueba a siete días (168 h). En general se espera, que la resistencia compresiva de las tres resinas bis-acrílicas sea suficiente.
2. Para las pruebas de dureza, se espera que a medida que se mantengan más tiempo almacenadas en agua desionizada a 37°C, disminuya la dureza, siendo más evidentes los cambios en la prueba a siete días. En general se espera, una dureza suficiente de las tres resinas bis-acrílicas.
3. Para las pruebas de reacción exotérmica, se espera que las tres resinas bis-acrílicas presenten una reacción exotérmica aceptable, es decir, que no llegue a una temperatura perjudicial para la pulpa.

OBJETIVO GENERAL

Realizar pruebas de resistencia compresiva, dureza y reacción exotérmica a tres resinas bis- acrílicas de autopolimerización y mediante los resultados, deducir cual es la resina bis- acrílica que presenta mayores ventajas, con respecto a las propiedades anteriormente mencionadas, para la fabricación de restauraciones provisionales en la práctica odontológica.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Medir la resistencia compresiva, en tres tipos de resinas bis-acrílicas de autopolimerización, Systemp c&b II® de Ivoclar Vivadent, VersaTemp® de Sultan Healthcare y Luxatemp AM Plus® de Zenith/DMG a 4 períodos distintos de tiempo (1, 4, 24 y 168 horas) de almacenamiento en agua desionizada a 37°C.
2. Medir la dureza, en tres tipos de resinas bis-acrílicas de autopolimerización, Systemp c&b II® de Ivoclar Vivadent, VersaTemp® de Sultan Healthcare y Luxatemp AM Plus® de Zenith/DMG a 4 períodos distintos de tiempo (1, 4, 24 y 168 horas) de almacenamiento en agua desionizada a 37°C.
3. Medir la reacción exotérmica, en tres tipos de resinas bis-acrílicas de autopolimerización, Systemp c&b II® de Ivoclar Vivadent, VersaTemp® de Sultan Healthcare y Luxatemp AM Plus® de Zenith/DMG.

VARIABLES

DEPENDIENTES- Marca comercial empleada, manipulación del material, temperatura ambiente, humedad ambiente, fecha de caducidad.

INDEPENDIENTES- Predosificación de automezcla o proporción, composición, presentación comercial, cantidad de resina contenida en el cartucho, puntas mezcladoras, consistencia, tiempo de mezcla.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo de campo se realizó en el laboratorio de materiales dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPeI), de la Facultad de Odontología, UNAM, bajo la supervisión del Mtro. Carlos Alberto Morales Zavala, para las pruebas de resistencia compresiva; en el Instituto de Investigaciones en Materiales (IIM) de la UNAM bajo la supervisión del Dr. Gabriel Ángel Lara Rodríguez para las pruebas de dureza y del Q. Miguel Ángel Canseco Martínez para las pruebas de reacción exotérmica.

Material de la investigación:

- Resistencia compresiva: 60 especímenes con forma cilíndrica (4.0 ± 0.1 mm de diámetro x 6.0 ± 0.1 mm de altura) (20 por cada resina y 5 por cada período de tiempo), moldes de acero inoxidable para fabricar las muestras, portaobjetos, cintas de plástico (tipo Mylar), aceite de silicona, pincel, baño maría, horno, frascos de vidrio, agua desionizada, vernier digital, cronometro y Maquina de pruebas universales Instron 5567.
- Dureza: 60 especímenes en forma de disco (14.92 mm de diámetro x 2.0 mm de profundidad) (20 por cada resina y 5 por cada período de tiempo), moldes de acero inoxidable para fabricar las muestras, portaobjetos, cintas de plástico (tipo Mylar), pesas, baño maría, horno, frascos de vidrio, agua desionizada, vernier digital, cronometro y durómetro Shimadzu Type M 4464 (Tokio, Japón).
- Reacción exotérmica: 15 moldes de aluminio (5 por cada resina), 1 referencia de aluminio, pinzas y el Calorímetro Diferencial de Barrido Modulado (MDSC) 2910.

1. Población y muestra:

Se trabajo con 135 muestras para resistencia compresiva, dureza y reacción exotérmica.

2. Criterios de selección:

Criterios de Inclusión:

Resistencia compresiva: Especímenes sin burbujas y altura indicada de la muestra.

Dureza: especímenes con el grosor indicado.

Reacción exotérmica: ninguno.

Criterios de exclusión:

Resistencia compresiva: Especímenes con burbujas y mayor altura de la muestra.

Dureza: especímenes con mayor o menor grosor.

Reacción exotérmica: ninguno.

3. Procedimiento:

Para este estudio se utilizaron tres marcas distintas de resinas bis-acríticas de autopolimerización (Systemp c&b II® de Ivoclar Vivadent, VersaTemp® de Sultan Healthcare y Luxatemp AM Plus® de Zenith/DMG).

a) Resistencia compresiva.

Paso #1

Esta prueba fue realizada siguiendo en la mayor parte del procedimiento, la especificación núm. 27 “Resinas para obturación directa” de la Asociación Dental Americana (ADA), debido a que es la especificación mas a fin para este tipo de estudio.

Se utilizo moldes de acero inoxidable, apropiados para la fabricación de 60 muestras con forma cilíndrica (4.0 +- 0.1 mm de diámetro x 6.0 +- 0.1 mm de altura), 20 por cada resina y de las 20 muestras, 5 por cada período de tiempo. El procedimiento fue llevado a cabo en un cuarto a 23°C +- 1°C y con una humedad relativa mayor a 30%. Se lubrico el interior de los moldes con aceite de silicona para la separación de los especímenes y se procedió a colocar cinta Mylar debajo de los mismos y debajo de la cinta una lámina de vidrio. Se procedió a dispensar las resinas bis-acríticas por medio de su cartucho y puntas dispensadoras de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Previo a la colocación en los moldes se expulso una cantidad pequeña de material del tamaño de un guisante y se procedió a colocar el material en los moldes, cronometrando el tiempo desde el inicio de la mezcla. El material se dispense desde el fondo del molde hacia la superficie. Inmediatamente después se coloco una cinta Mylar encima y con el portaobjetos se ejerció una ligera presión para expulsar los excesos de la resina y se llevo el ensamblado al baño maría a 37°C por 15 minutos mientras polimerizaba el material, contado este tiempo desde el inicio de la mezcla. Posterior a esto se desarmo el ensamblaje y saco la muestra del molde. Las muestras se almacenaron en agua desionizada en un horno a 37°C (5 muestras a 1 hora, 5 muestras a 4 horas, 5 muestras a 24 horas, 5 muestras a 7 días por cada resina).

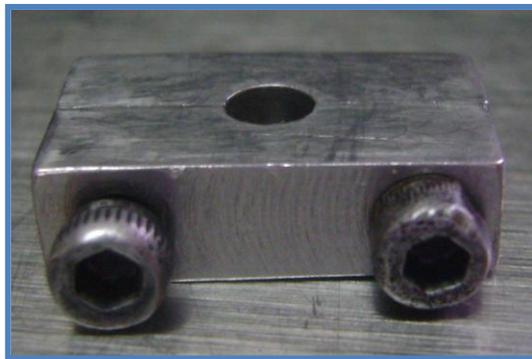


Figura 7. Molde para prueba de resistencia compresiva. (Fuente propia)



Figura 8. Especímenes contenidos en los moldes. (Fuente propia)

Paso #2

Aproximadamente 5 minutos antes del período de tiempo estipulado se sacaron las muestras del horno y se procedió a medir el diámetro y altura de cada una de las muestras con un vernier digital, información que se vaciaría en el software de la máquina de pruebas universales. Se colocó la muestra en la platina de compresión de la máquina de pruebas y habiéndose cumplido el período de tiempo estipulado (1, 4, 24 y 168 h.) se comenzó la carga sobre el espécimen con un rango de deformación (velocidad de prueba) de 1.0 ± 0.25 mm por minuto. La expresión de resultados se dio de la siguiente forma: en Megapascals = F / d^2 (F = fuerza máxima en Newtons ejercida sobre el espécimen, d = diámetro del espécimen en milímetros). Los resultados se procedieron a anotar en un cuaderno y mediante los valores obtenidos se obtuvo las medias por cada material y su correspondiente período de tiempo y se realizó el análisis estadístico de ANOVA y las comparaciones de las medias mediante test de Tukey.



Figura 9. Máquina de pruebas universales Instron 5567. (Fuente propia)

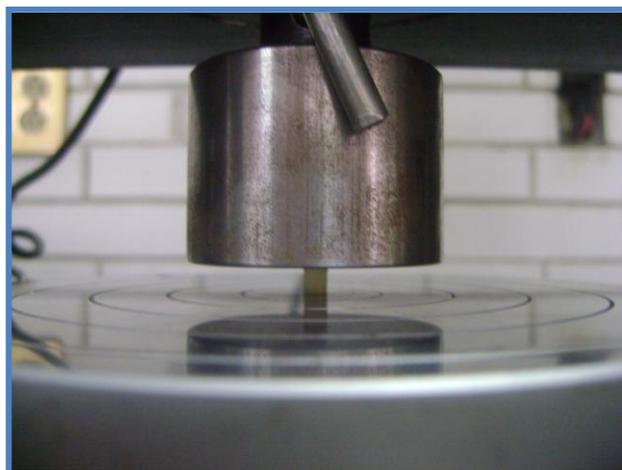


Figura 10. Platina de compresión. (Fuente propia)

b) Dureza.

Paso #1

La especificación núm. 27 “Resinas para obturación directa” de la Asociación Dental Americana (ADA), menciona que la superficie de dureza resulta variada de acuerdo a el método de prueba utilizado, y que la prueba de dureza Vickers es esencialmente dependiente de su modulo de elasticidad. Menciona que desde que hay una gran variación del modulo elástico en los materiales clase A, un límite de la superficie de dureza no podría ser significativo. Por ello este procedimiento se baso en la información proporcionada por los asesores y recopilada en los artículos.

Se utilizo moldes de acero inoxidable, apropiados para la fabricación de 60 muestras con forma de disco (14.92 mm de diámetro x 2.0 mm de profundidad), 20 por cada resina y de las 20 muestras, 5 por cada período de tiempo. El procedimiento fue llevado a cabo en un cuarto a $23^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ y con una humedad relativa mayor a 30%. Mediante un vernier digital se dejo los moldes a una profundidad de 2.0 mm y se procedió a asegurar la profundidad con un tornillo instalado en los mismos. Se procedió a dispensar las resinas bis-acríticas por medio de su cartucho y puntas dispensadoras de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Previo a la colocación en los moldes se expulso una cantidad pequeña de material del tamaño de un guisante y se procedió a colocar el material en los moldes, cronometrando el tiempo desde el inicio de la mezcla. El material se coloco de la periferia de los moldes hacia el centro, se coloco una cinta Mylar y encima una lámina de vidrio, se ejerció una ligera presión para expulsar los excesos de material y finalmente sobre la lámina de vidrio se coloco una pesa. Inmediatamente después se llevo el ensamblado al baño maría a 37°C por 10 minutos mientras la polimerización del material se efectuaba, contado este tiempo desde el inicio de la mezcla. Posterior a esto, se saco el ensamblaje del baño y se desarmo sacando las muestras del molde con la ayuda de un martillo de goma. Las muestras se almacenaron en agua desionizada en un horno a 37°C (5 muestras a 1 hora, 5 muestras a 4 horas, 5 muestras a 24 horas, 5 muestras a 7 días por cada resina).



Figura 11. Molde utilizado para prueba de dureza. (Fuente propia)



Figura 12. Especímenes contenidos en los moldes. (Fuente propia)

Paso #2

Aproximadamente 5 minutos antes del período de tiempo estipulado, se sacaron las muestras y se procedieron a colocar en la platina de prueba del durómetro, y con el objetivo del microscopio a 40x se procedió a localizar la superficie de la muestra y se comenzó la prueba en escala de Vickers. Se efectuaron 5 indentaciones por cada muestra con una carga de 100 g. mantenida por 15 segundos. Posterior a esto se midió la distancia de las dos diagonales de la huella de una indentación mediante una regla milimetrada, se promediaron las distancias de una misma huella, obteniendo el promedio de las mismas y a partir de ese valor, se obtuvieron los valores de dureza, con la fórmula $HV=1854.4 \frac{p}{d^2}$. (Donde p = carga, gf y d = media de la diagonal de la indentación en micras). Se procedió a obtener la media de los valores de dureza de las 5 indentaciones de cada muestra y con los valores obtenidos se sacó el análisis estadístico mediante ANOVA y las comparaciones de las medias con test de Tukey. Esto se efectuó por cada grupo de resina y período de tiempo.



Figura 13. Durómetro Shimadzu Type M 4464. (Fuente propia)

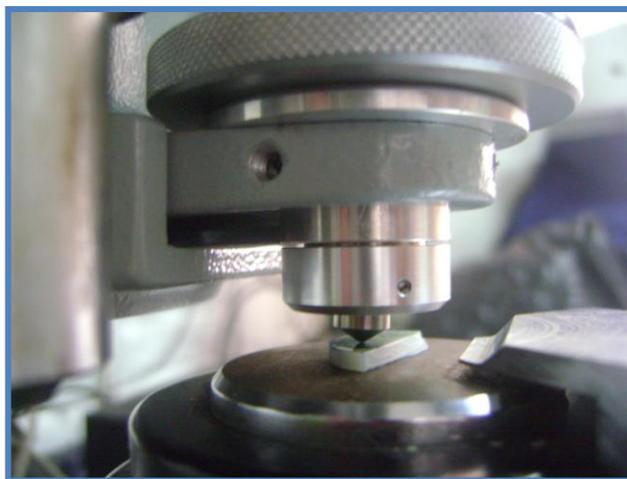


Figura 14. Platina para prueba de dureza. (Fuente propia)

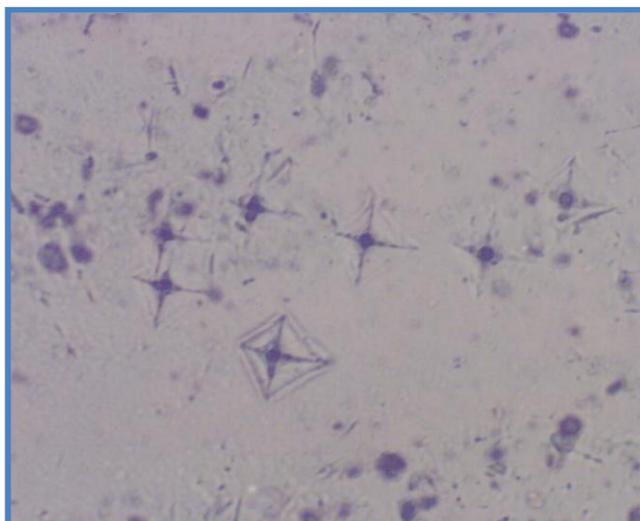


Figura 15. Huella del indentador. (20 X). (Shimadzu Type M 4464)

c) Reacción exotérmica.

Con la ayuda del técnico académico, que procedió a programar la temperatura del DSC a 37°C, con la finalidad de simular la temperatura de la cavidad bucal, se preparó el dispensador para la colocación de la resina. Para realizar la prueba fue necesario un crisol de aluminio (de 6.3 mm de diámetro x 1.45 mm de profundidad), donde se depositaron las muestras de resina bis-acrílica según las instrucciones del fabricante y, también se necesitó de una referencia del crisol de aluminio. El equipo mide la variación en el flujo de calor entre la muestra y la referencia, cuando dicha muestra comienza su polimerización, la reacción es exotérmica en una atmosfera controlada.

Una vez que se dispensó el material, el DSC empezó a registrar la reacción exotérmica de la resina colocada, en función del tiempo. Basando sus cálculos con base en el cambio energético, en Joules x gramo de muestra. La prueba duró 15 minutos, teniendo que en todas las resinas bis-acrílicas ya se registraba estabilización de su temperatura, marcando 37°C antes de 12 minutos. Una vez estabilizada la temperatura del aparato, se procedía a probar la siguiente muestra (15 muestras en total, 5 por cada marca de resina). Los resultados de los picos máximos de temperatura fueron obtenidos mediante el software del DSC mostrando también, el tiempo transcurrido de la mínima a la máxima temperatura. Los resultados fueron tabulados para posteriormente obtener las medias de los picos máximos de la temperatura por cada tipo de resina y el análisis estadístico se obtuvo mediante ANOVA y test de Tukey para comparar las medias.

El DSC es una técnica cuantitativa que permite obtener información de la temperatura a la cual tiene lugar el cambio energético en estudio y del calor involucrado en el proceso. (25)

El equipo utilizado para las pruebas, sirve para muestras sólidas o líquidas utilizando crisoles de aluminio simple o hermético y alúmina. El rango de temperatura que maneja comprende entre -140°C hasta 300°C debido a que cuenta con un sistema de Nitrógeno líquido para el control de temperatura de la celda. Las velocidades de calentamiento permitidas por el equipo van desde 0.1 a 20°C/ min. Y cuenta con modulación de temperatura para la investigación de transiciones que no son perceptibles con calorimetría

normal. Su uso principal está en la caracterización de materiales poliméricos, metálicos y cerámicos. (26)



Figura 16. MDSC 2910. (Fuente propia)



Figura 17. Celda de medición. (Fuente propia)



Figura 18. Colocación de resina bis-acrítica. (Fuente propia)

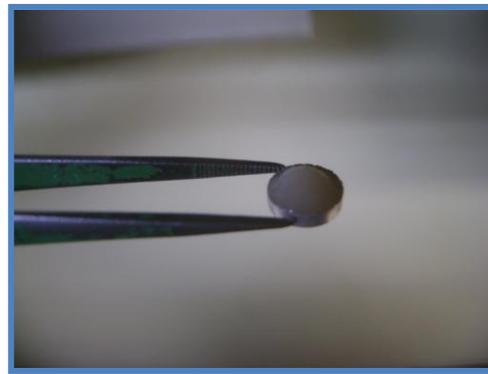


Figura 19. Resina polimerizada. (Fuente Propia)

RESULTADOS

A continuación se presenta una tabla con una breve descripción de los materiales utilizados en esta investigación, posteriormente se presentan los resultados de cada una de las muestras en una tabla por cada período de tiempo y se presentan unas gráficas en las que se muestran las medias por cada resina y por cada uno de los períodos de tiempo. Como resumen, al final se presenta una tabla en la que se muestran las medias de cada una de las resinas y sus desviaciones estándar por cada período de tiempo y una gráfica donde se compara el comportamiento de las tres resinas. Esto aplica en el caso de la prueba de resistencia compresiva y dureza; para la prueba de reacción exotérmica se presenta una tabla que muestra los picos máximos de temperatura alcanzados por cada una de las muestras y las medias registradas por cada resina. Se presentan gráficas en donde se observa los picos máximos de temperatura por cada una de las muestras y por cada resina. Y como resumen se muestra una tabla en la que aparecen las medias y desviaciones estándar por cada material y dos gráficas; una en la que se comparan los picos máximos de temperatura alcanzados por las tres resinas y otra en donde se comparan las medias de la temperatura máxima alcanzada por cada resina.

Tabla 1. Materiales probados.

Materiales	Fabricante	Tipo de resina	Lote
Systemp c&b II®	Ivoclar Vivadent	Bis-acrítica	+L46754 *L36877
VersaTemp®	Sultan Healthcare	Bis-acrítica	+1970814116 *091014413
Luxatemp AM Plus®	Zenith/DMG	Bis-acrítica	*597754

+Lotes utilizados para la prueba de resistencia compresiva, excepto la prueba a 1 hora correspondiente a Systemp c&b II®.

*Lotes utilizados para la prueba de dureza, reacción exotérmica y la prueba de resistencia compresiva realizada a 1 hora correspondiente a Systemp c&b II®.

1. RESISTENCIA COMPRESIVA.

a) Tablas.

Tabla 2. Resultados a 1 hora por cada muestra.

VersaTemp	Luxatemp AM Plus	Systemp c&b II
311	291.1	308.7
269.3	326.4	341.2
306	298.2	305.7
288.1	282.5	271.5
296.9	291.9	245.2
Media	294.26	294.46

Tabla 3. Resultados a 4 horas por cada muestra.

VersaTemp	Luxatemp AM Plus	Systemp c&b II
259.1	334.9	273.7
314.1	301.6	268.7
348.4	288.7	234.6
309.2	227.2	257.2
317.5	340.5	231.2
Media	309.66	253.08

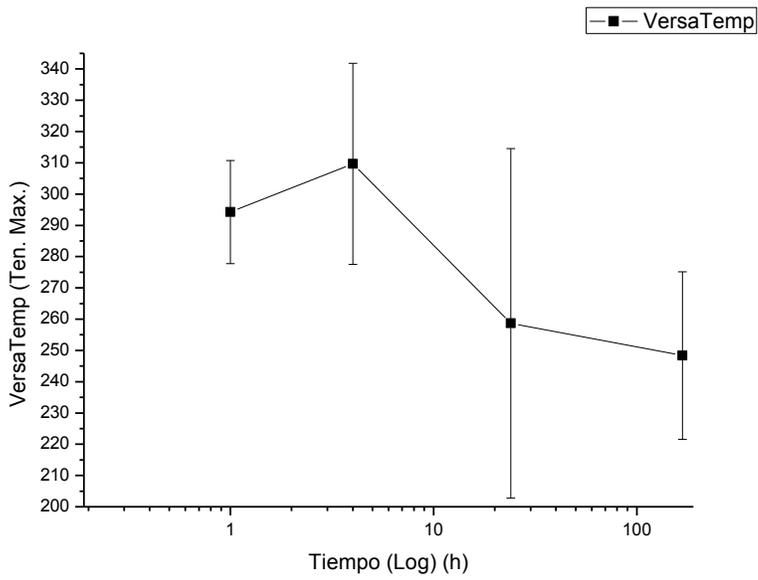
Tabla 4. Resultados a 24 horas por cada muestra.

VersaTemp	Luxatemp AM Plus	Systemp c&b II
170.8	276.2	296.1
244.3	314.2	203.4
270	305.4	217.5
316.5	301.3	252.1
291.8	296.3	221.6
Media	258.68	238.14

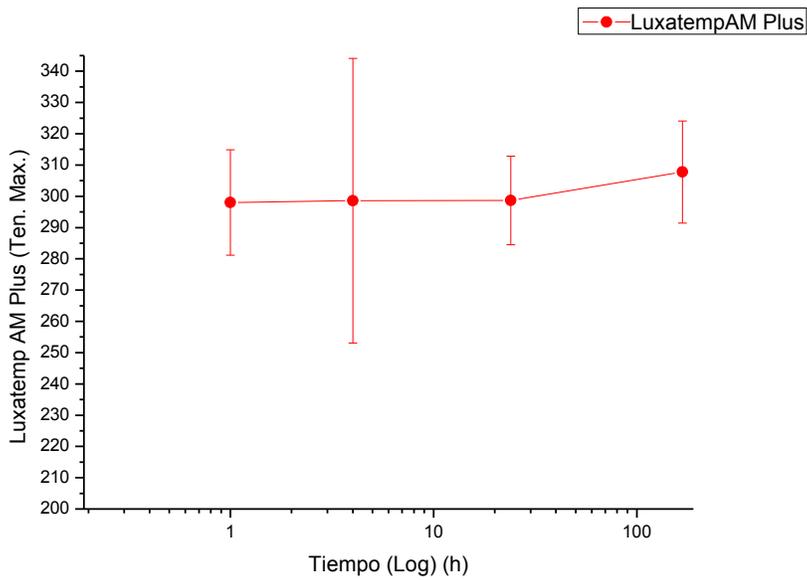
Tabla 5. Resultados a 168 horas por cada muestra.

VersaTemp	Luxatemp AM Plus	Systemp c&b II
221.2	286.6	286.5
249.4	298.3	276.5
278.9	314.8	290.2
270.5	329.5	265.2
221.8	309.6	191.4
Media	248.36	261.96

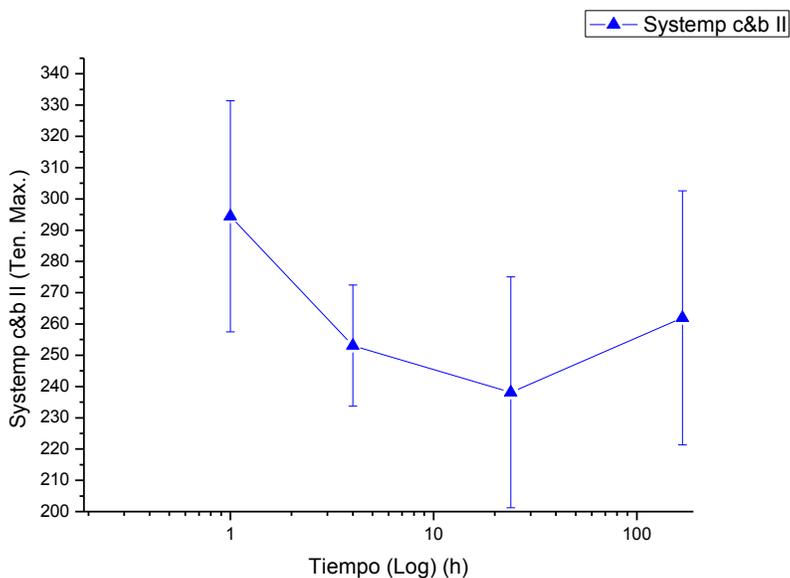
b) Gráficas.



Gráfica 1. Medias por período de tiempo de la resistencia compresiva de VersaTemp®.



Gráfica 2. Medias por período de tiempo de la resistencia compresiva de Luxatemp AM Plus®.

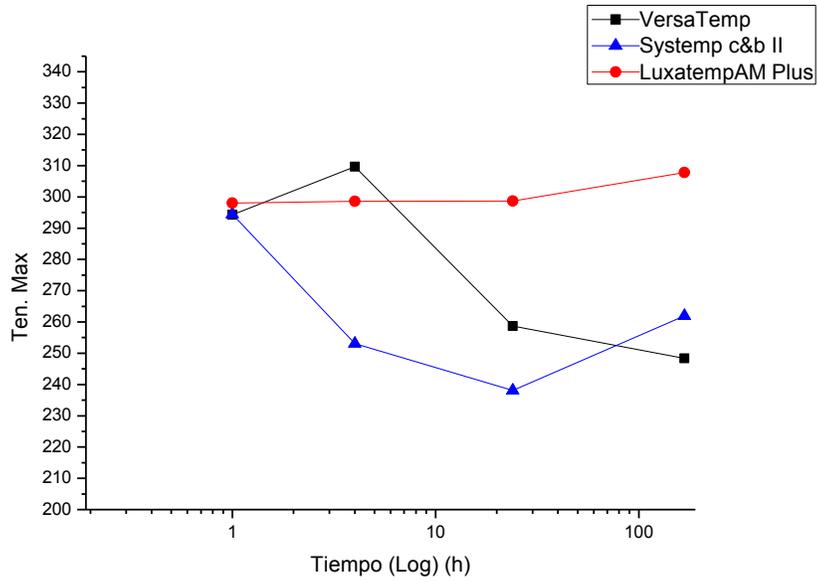


Gráfica 3. Medias por período de tiempo de la resistencia compresiva de Systemp c&b II®.

c) Resumen de los resultados de resistencia compresiva.

Tabla 6. Medias y desviación estándar de las resinas bis-acrílicas por cada período de tiempo.

Período de Tiempo	VersaTemp	SD	Luxatemp	SD	Systemp	SD
1 hora	294.26	16.477	298.02	16.820	294.46	36.971
4 horas	309.66	32.166	298.58	45.492	253.08	19.406
24 horas	258.68	55.897	298.68	14.177	238.14	36.948
168 horas (7 días)	248.36	26.772	307.76	16.300	261.96	40.621



Gráfica 4. Comparación de las medias por período de tiempo de la resistencia compresiva de las tres resinas bis-acrílicas.

2. DUREZA.

a) Tablas.

Tabla 7. Resultados a 1 hora por cada muestra.

VersaTemp	Luxatemp AM Plus	Systemp c&b II
9.34650247	8.27600382	7.93202658
9.25626499	8.25597215	8.04132725
8.99214889	8.50734483	6.65970254
8.65165972	8.9474229	8.53342112
10.0123315	8.30014342	6.46213843
Media	9.2517815	8.45737743

Tabla 8. Resultados a 4 horas por cada muestra.

VersaTemp	Luxatemp AM Plus	Systemp c&b II
9.91666287	11.2177722	12.2850687
11.3177106	12.3899948	12.7390377
10.3495955	12.3230125	7.11629651
9.63969096	12.6689231	12.6175793
9.37441217	12.0451779	6.93123045
Media	10.1196144	12.1289761

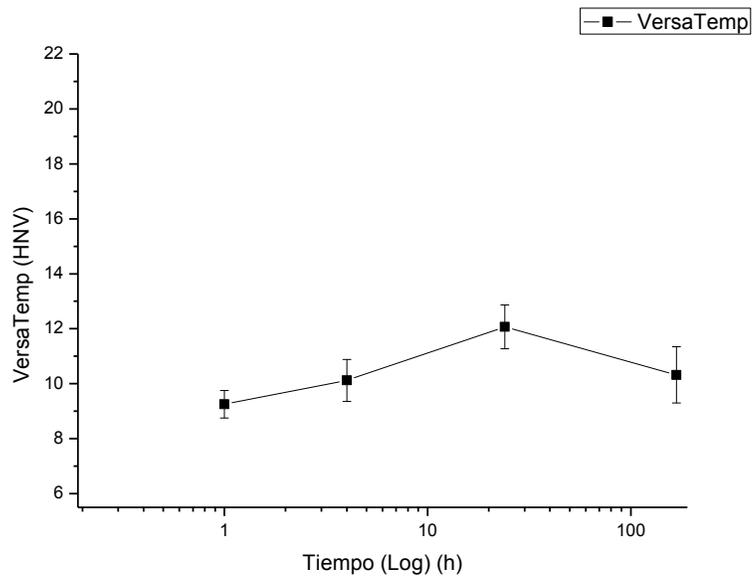
Tabla 9. Resultados a 24 horas por cada muestra.

VersaTemp	Luxatemp AM Plus	Systemp c&b II
11.3396658	15.1376771	15.3407832
12.7515453	17.300184	7.35652588
11.0928219	16.499241	10.4265482
12.4214422	17.6579052	16.6729585
12.7395147	17.2078296	9.70060266
Media	12.068998	16.7605674

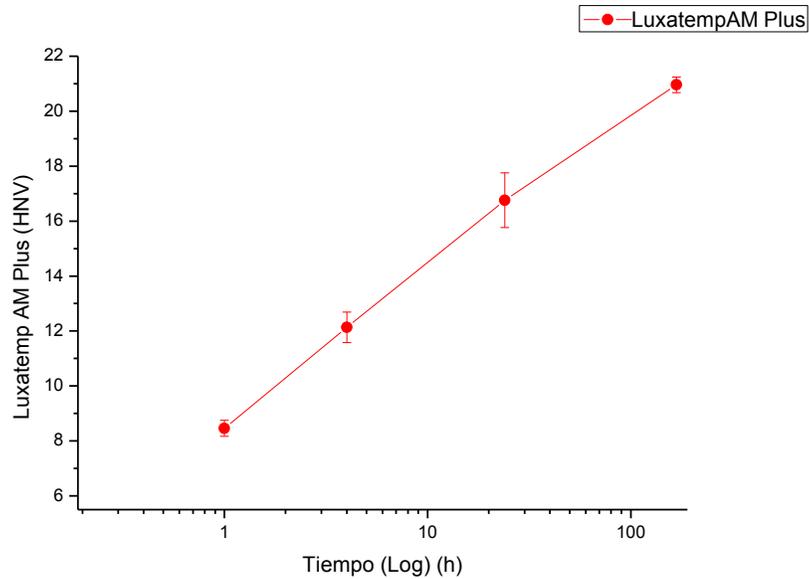
Tabla 10. Resultados a 168 horas por cada muestra.

VersaTemp	Luxatemp AM Plus	Systemp c&b II
9.69566186	21.2818813	7.97098627
9.94381748	20.9718298	15.7924863
10.0083095	20.6120918	7.4678535
12.1337612	20.7501439	9.55652585
9.82548023	21.1863517	9.18332686
Media	10.3214061	20.9604597

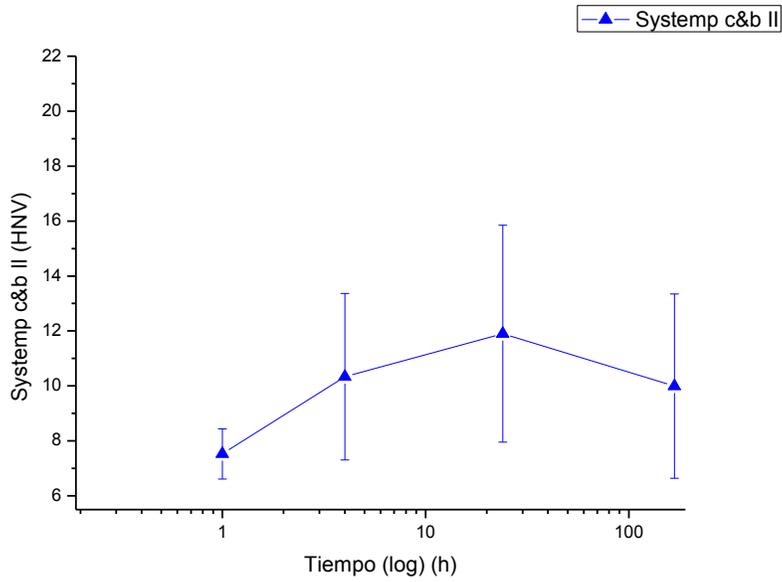
b) Gráficas.



Gráfica 5. Medias por período de tiempo de la Dureza de VersaTemp®.



Gráfica 6. Medias por período de tiempo de la Dureza de Luxatemp AM Plus®.

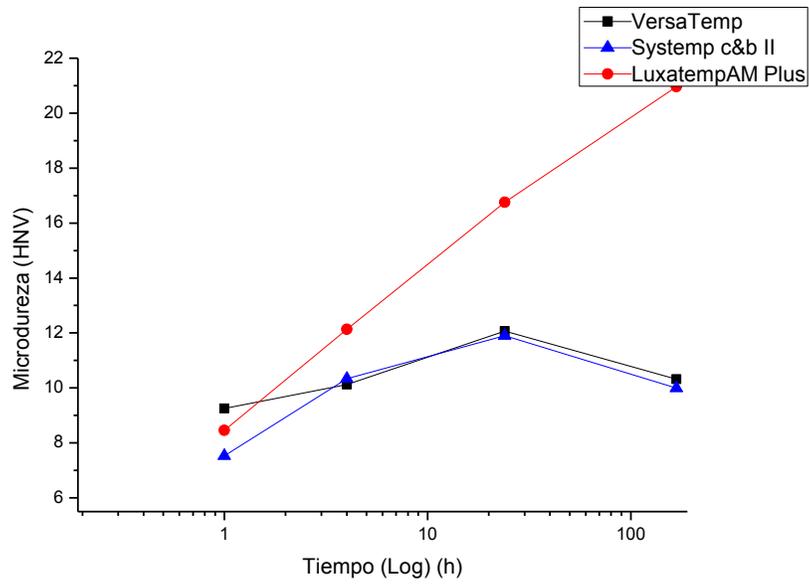


Gráfica 7. Medias por período de tiempo de la Dureza de Systemp c&b II®.

c) Resumen de los resultados de dureza.

Tabla 11. Medias y desviación estándar de las resinas bis-acrílicas por cada período de tiempo.

Período de Tiempo	VersaTemp	SD	Luxatemp	SD	Systemp	SD
1 hora	9.2517815	0.504	8.45737743	0.292	7.52572318	0.912
4 horas	10.1196144	0.761	12.1289761	0.556	10.3378425	3.031
24 horas	12.068998	0.794	16.7605674	1.000	11.8994837	3.946
168 horas (7 días)	10.3214061	1.020	20.9604597	0.283	9.99423575	3.352



Gráfica 8. Comparación de las medias por período de tiempo de la dureza de las tres resinas bis-acrílicas.

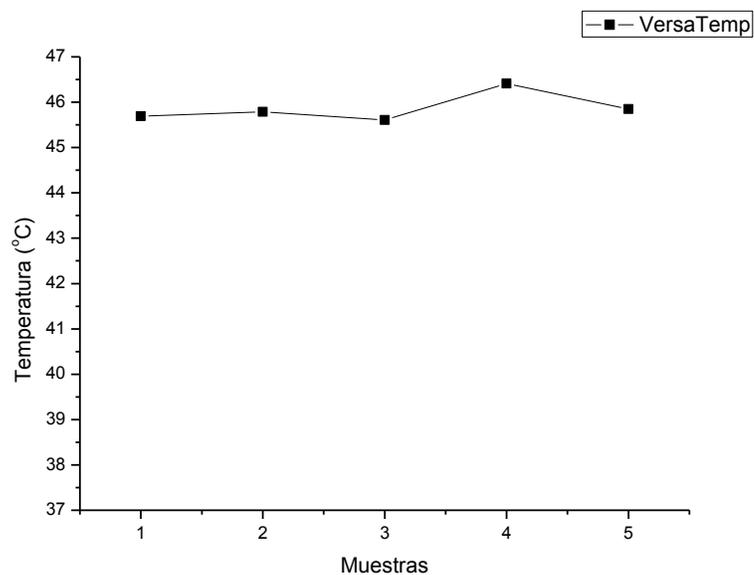
3. REACCIÓN EXOTÉRMICA.

a) Tabla.

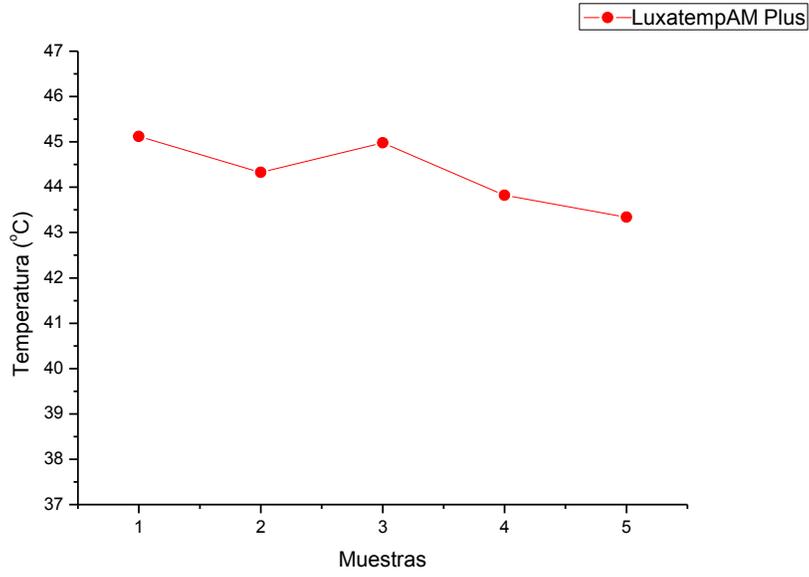
Tabla 12. Picos máximos de temperatura por cada muestra.

VersaTemp	Luxatemp AM Plus	Systemp c&b II
45.69	45.12	43.1
45.79	44.33	42.78
45.61	44.98	42.59
46.41	43.82	42.91
45.85	43.34	42.62
Media	44.318	42.8

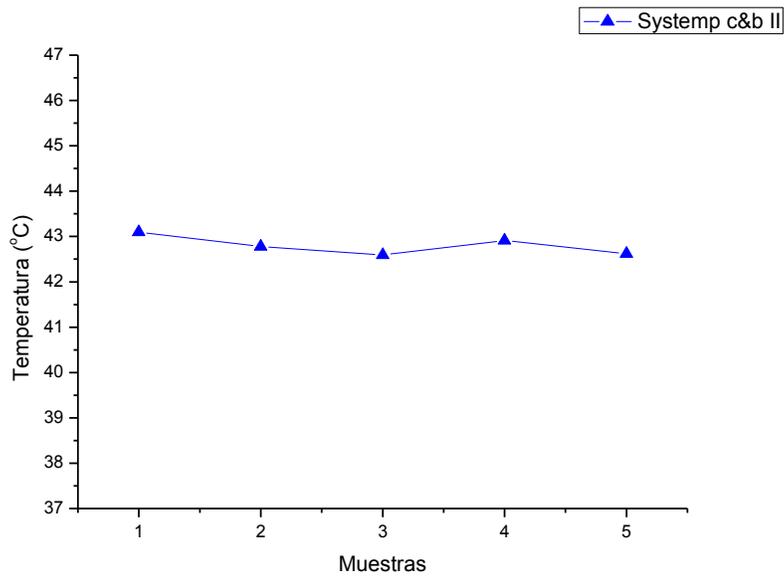
b) Gráficas.



Gráfica 9. Picos máximos de temperatura alcanzados por cada una de las muestras de VersaTemp®.



Gráfica 10. Picos máximos de temperatura alcanzados por cada una de las muestras de Luxatemp AM Plus®.

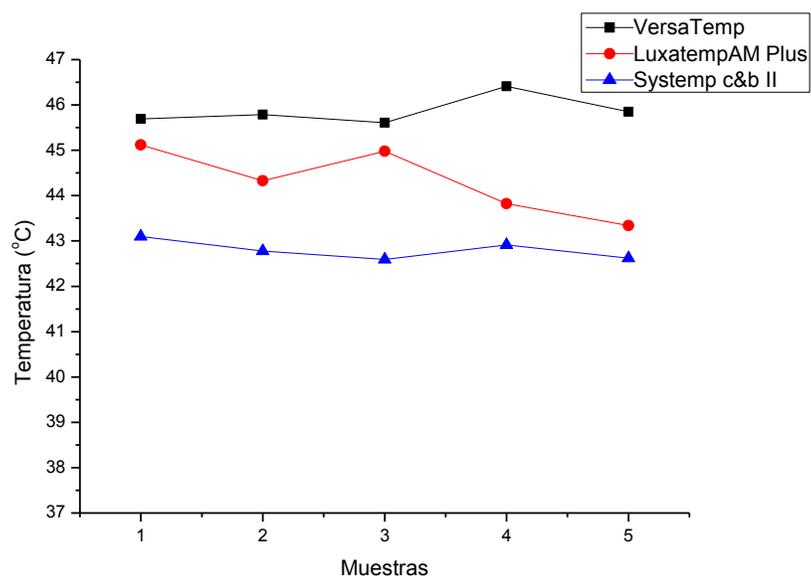


Gráfica 11. Picos máximos de temperatura alcanzados por cada una de las muestras de Systemp c&b II®.

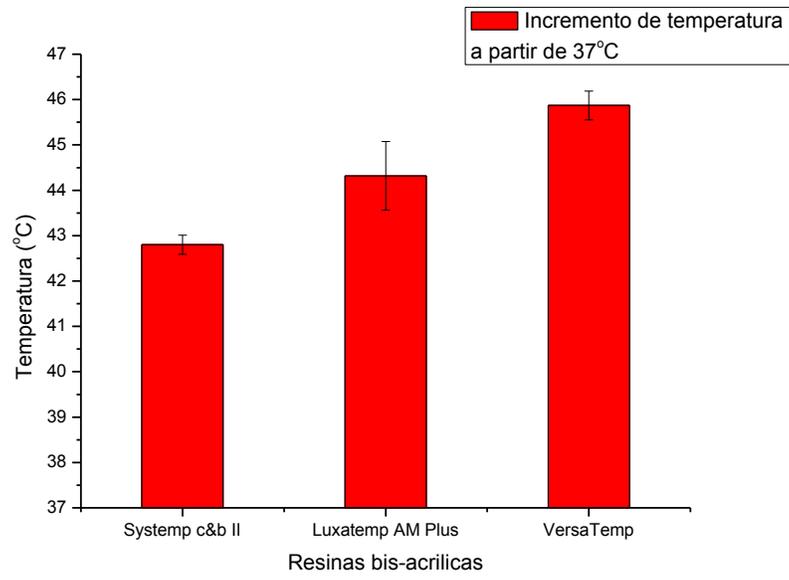
c) Resumen de los resultados de reacción exotérmica.

Tabla 13. Medias de la temperatura máxima alcanzada por resina bis-acrítica y su desviación estándar.

	Media	SD
VersaTemp	45.870	0.316
Luxatemp AM Plus	44.318	0.756
Systemp c&b II	42.800	0.212



Gráfica 12. Comparación de los picos máximos de temperatura alcanzados por resina.



Gráfica 13. Comparación de las medias de la temperatura máxima alcanzada por cada resina.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

a) Resistencia compresiva:

One Way Analysis Of Variance

Prueba a 1 hora

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Passed (P=0.670)

Equal Variance Test: Passed (P=0.221)

Group	N	Missing
VersaTemp 1	5	0
Luxatemp1	5	0
Systemp 1	5	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
VersaTemp 1	294.260	16.477	7.369
Luxatemp1	298.020	16.820	7.522
Systemp 1	294.460	36.971	16.534

Power of performed test with alfa= 0.050: 0.049

The power of the performed test (0.049) is below the desired power of 0.800. You should interpret the negative findings cautiously.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	2	44.752	22.376	0.0349	0.966
Residual	12	7685.092	640.424		
Total	14	7729.844			

The differences in the mean values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P=0.966).

One Way Analysis Of Variance

Prueba a 4 horas

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Passed (P=0.348)

Equal Variance Test: Passed (P=0.386)

Group	N	Missing
VersaTemp 4	5	0
Luxatemp4	5	0
Systemp 4	5	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
VersaTemp 4	309.660	32.166	14.385
Luxatemp4	298.580	45.492	20.345
Systemp 4	253.080	19.406	8.679

Power of performed test with alfa= 0.050: 0.451

The power of the performed test (0.451) is below the desired power of 0.800.
You should interpret the negative findings cautiously.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	2	8990.521	4495.261	3.874	0.050
Residual	12	13923.148	1160.262		
Total	14	22913.669			

The differences in the mean values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P=0.050).

One Way Analysis Of Variance

Prueba a 24 horas

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Passed (P=0.434)

Equal Variance Test: Passed (P=0.227)

Group	N	Missing
VersaTemp 24	5	0
Luxatemp24	5	0
Systemp 24	5	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
VersaTemp 24	258.680	55.897	24.998
Luxatemp24	298.680	14.177	6.340
Systemp 24	238.140	36.948	16.524

Power of performed test with alfa= 0.050: 0.329

The power of the performed test (0.329) is below the desired power of 0.800.
You should interpret the negative findings cautiously.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	2	9478.305	4739.153	3.031	0.086
Residual	12	18762.508	1563.542		
Total	14	28240.813			

The differences in the mean values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P=0.086).

One Way Analysis Of Variance

Prueba a 7 días

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Passed (P=0.204)

Equal Variance Test: Passed (P=0.605)

Group	N	Missing
VersaTemp 7	5	0
Luxatemp 7	5	0
Systemp 7	5	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
VersaTemp 7	248.360	26.772	11.973
Luxatemp 7	307.760	16.300	7.290
Systemp 7	261.960	40.621	18.166

Power of performed test with alfa= 0.050: 0.655

The power of the performed test (0.655) is below the desired power of 0.800. You should interpret the negative findings cautiously.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	2	9684.933	4842.467	5.518	0.020
Residual	12	10530.196	877.516		
Total	14	20215.129			

The differences in the mean values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P=0.020).

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparisons for factor:

Comparison	Diff of Means	p	q	P<0.05
Luxatemp 7 vs. VersaTemp 7	59.400	3	4.484	Yes
Luxatemp 7 vs. Systemp 7	45.800	3	3.457	No
Systemp 7 vs VersaTemp 7	13.600	3	1.027	No

One Way Analysis Of Variance

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Passed (P=0.722)

Equal Variance Test: Passed (P=0.426)

Group	N	Missing
1 hora	3	0
4 horas	3	0
24 horas	3	0
7 días	3	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
1 hora	295.580	2.115	1.221
4 horas	287.107	29.984	17.311
24 horas	265.167	30.787	17.775
7 días	272.693	31.121	17.968

Power of performed test with alfa= 0.050: 0.050

The power of the performed test (0.050) is below the desired power of 0.800.
You should interpret the negative findings cautiously.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	3	1699.745	566.582	0.804	0.526
Residual	8	5639.702	704.963		
Total	11	7339.447			

The differences in the mean values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P=0.526).

b) Dureza:

One Way Analysis Of Variance

Prueba a 1 hora

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Passed (P=0.551)

Equal Variance Test: Passed (P=0.165)

Group	N	Missing
VersaTemp 1	5	0
Luxatemp 1	5	0
Systemp 1	5	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
VersaTemp 1	9.252	0.504	0.225
Luxatemp 1	8.457	0.292	0.131
Systemp 1	7.526	0.912	0.408

Power of performed test with alfa= 0.050: 0.919

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	2	7.464	3.732	9.562	0.003
Residual	12	4.683	0.390		
Total	14	12.147			

The differences in the mean values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P=0.003).

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparisons for factor:

Comparison	Diff of Means	p	q	P<0.05
VersaTemp 1 vs Systemp 1	1.726	3	6.178	Yes
VersaTemp 1 vs. Luxatemp 1	0.794	3	2.843	No
Luxatemp 1 vs. Systemp 1	0.932	3	3.335	No

One Way Analysis Of Variance

Prueba a 4 horas

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Passed (P=0.234)

Equal Variance Test: Passed (P=0.138)

Group	N	Missing
VersaTemp 4	5	0
Luxatemp 4	5	0
Systemp 4	5	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
VersaTemp 4	10.120	0.761	0.340
Luxatemp 4	12.129	0.556	0.248
Systemp 4	10.338	3.031	1.355

Power of performed test with alfa= 0.050: 0.152

The power of the performed test (0.152) is below the desired power of 0.800.
You should interpret the negative findings cautiously.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	2	12.156	6.078	1.810	0.206
Residual	12	40.288	3.357		
Total	14	52.443			

The differences in the mean values among the treatment groups are not great enough to exclude the possibility that the difference is due to random sampling variability; there is not a statistically significant difference (P=0.206).

One Way Analysis Of Variance

Prueba a 24 horas

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Failed (P=0.048)

Equal Variance Test: Failed (P=0.033)

Group	N	Missing
VersaTemp 24	5	0
Luxatemp 24	5	0
Systemp 24	5	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
VersaTemp 24	12.069	0.794	0.355
Luxatemp 24	16.761	1.000	0.447
Systemp 24	11.899	3.946	1.765

Power of performed test with alfa= 0.050: 0.760

The power of the performed test (0.760) is below the desired power of 0.800. You should interpret the negative findings cautiously.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	2	76.116	38.058	6.639	0.011
Residual	12	68.795	5.733		
Total	14	144.911			

The differences in the mean values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P=0.011).

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparisons for factor:

Comparison	Diff of Means	p	q	P<0.05
Luxatemp 24 vs. Systemp 24	4.861	3	4.540	Yes
Luxatemp 24 vs. VersaTemp 24	4.692	3	4.381	Yes
VersaTemp 24 vs. Systemp 24	0.170	3	0.158	No

One Way Analysis Of Variance

Prueba a 7 días

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Failed ($P < 0.001$)

Equal Variance Test: Passed ($P = 0.211$)

Group	N	Missing
VersaTemp 7	5	0
Luxatemp 7	5	0
Systemp 7	5	0

Group	Mean	Std Dev	SEM
VersaTemp 7	10.321	1.020	0.456
Luxatemp 7	20.960	0.283	0.127
Systemp 7	9.994	3.352	1.499

Power of performed test with $\alpha = 0.050$: 1.000

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	2	389.258	194.629	47.252	<0.001
Residual	12	49.428	4.119		
Total	14	438.685			

The differences in the mean values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference ($P < 0.001$).

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparisons for factor:

Comparison	Diff of Means	p	q	$P < 0.05$
Luxatemp 7 vs. Systemp 7	10.966	3	12.082	Yes
Luxatemp 7 vs. VersaTemp 7	10.639	3	11.722	Yes
VersaTemp 7 vs. Systemp 7	0.327	3	0.360	No

c) Reacción exotérmica:

One Way Analysis Of Variance

Data source: Data 1 in Notebook

Normality Test: Passed (P=0.325)

Equal Variance Test: Failed (P=0.007)

Group	N	Missing			
VersaTemp	5	0			
Luxatemp	5	0			
Systemp	5	0			

Group	Mean	Std Dev	SEM
VersaTemp	45.870	0.316	0.141
Luxatemp	44.318	0.756	0.338
Systemp	42.800	0.212	0.0946

Power of performed test with alfa= 0.050: 1.000

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Between Treatments	2	23.563	11.782	49.373	<0.001
Residual	12	2.863	0.239		
Total	14	26.427			

The differences in the mean values among the treatment groups are greater than would be expected by chance; there is a statistically significant difference (P=<0.001).

All Pairwise Multiple Comparison Procedures (Tukey Test):

Comparisons for factor:

Comparison	Diff of Means	p	q	P<0.05
VersaTemp vs. Systemp	3.070	3	14.053	Yes
VersaTemp vs. Luxatemp	1.552	3	7.104	Yes
Luxatemp vs. Systemp	1.518	3	6.949	Yes

DISCUSIÓN

Los resultados de resistencia compresiva muestran que a una hora, veinticuatro horas y siete días, Luxatemp AM Plus® obtuvo los valores más elevados, excepto a cuatro horas en la que VersaTemp® mostro los valores más altos. Sin embargo, la resina que mantuvo su resistencia compresiva estable a través de siete días y presento los valores más altos en general, fue Luxatemp AM Plus®.

Estadísticamente dentro de la prueba a siete días, fue en la única que se mostro diferencia significativa entre la resistencia compresiva de Luxatemp AM Plus® y VersaTemp®, siendo mayor en la primera. No obstante la prueba estadística realizada a las medias obtenidas por los cuatro períodos de tiempo, muestra que no hay diferencias significativas de la resistencia compresiva de cualquiera de las resinas. La hipótesis no quedo demostrada ya que no hubo diferencias significativas en cualquiera de los períodos de tiempo; posiblemente debido a que el período más largo de almacenamiento en agua desionizada a 37°C fue de siete días. Muy probablemente si se efectúan estudios con un almacenamiento más largo podría observarse resultados interesantes. Los fabricantes presumen en el caso de VersaTemp®, una resistencia a la compresión de 205 MPa (19) y en el caso de Luxatemp AM Plus® una resistencia de 250 MPa (23), para tales referencias, este estudio demostró valores superiores de resistencia, aunque se desconoce en qué condiciones se desarrollaron sus resultados. En tratamientos protésicos no muy prolongados estos materiales en general podrían presentar una adecuada resistencia a la fractura. De cualquier forma hay que tomar en cuenta que las condiciones del medio oral son diferentes y son complejas las cargas masticatorias ejercidas sobre las restauraciones provisionales, situaciones que en un estudio en laboratorio no se cubren. Además para la supervivencia de una restauración provisional se requiere no solo de buena resistencia a la compresión, sino también, de otras propiedades mecánicas.

Los resultados de dureza en escala de Vickers muestran que a cuatro, veinticuatro y siete días Luxatemp AM Plus® obtuvo los valores más elevados, excepto a una hora en la que VersaTemp® mostro los valores más altos. Sin embargo, la resina que no solo mantuvo sus valores de dureza, sino que registro un incremento hasta siete días fue Luxatemp AM Plus®, en comparación con los otros materiales que incrementaron su dureza hasta veinticuatro horas, pero que a siete días ya mostraban caída de sus valores de dureza.

Estadísticamente a una hora se presentaron diferencias significativas entre VersaTemp® y Systemp c&b II®, presentando esta ultima menor dureza. A cuatro horas no se presentaron diferencias significativas, a veinticuatro horas si hay diferencias significativas entre Luxatemp AM Plus® y los otros materiales, ya que Luxatemp® presento valores superiores de dureza. A siete días también se encontraron diferencias significativas, nuevamente Luxatemp AM Plus® presento valores de dureza superiores a los otros materiales. La hipótesis no se cumplió en el caso de Luxatemp AM Plus® ya que esta resina bis-acrítica incluso registro aumento de su dureza a mayor tiempo de almacenamiento; pero si se cumplió parcialmente con los otros dos materiales, debido a que ambos presentaron un aumento en sus valores de dureza hasta veinticuatro horas, pero a siete días sus valores decrecieron. Las diferencias de los valores de dureza entre una y otra resina pueden ser atribuidas a las diferencias en su composición química. De igual forma se debe considerar que las condiciones en el medio oral son diferentes a las encontradas en una prueba en

laboratorio. Es interesante el incremento de dureza mostrada por Luxatemp AM Plus® a siete días, ya que en un tratamiento protésico indudablemente se desearía, que por lo menos la dureza se mantuviera, pero si se incrementa sería mejor; un estudio con períodos más largos de almacenamiento en agua desionizada a 37°C podría mostrar resultados interesantes. En cada uno de los grupos de resina y sus respectivos períodos de tiempo dentro de la prueba de dureza, a parte de las cinco muestras probadas después de haber sido almacenadas en agua desionizada a 37°C, se probó una muestra por cada grupo después de haber sido almacenada a 37°C con los mismos períodos de tiempo, pero contenidos en un recipiente sin agua. Los resultados fueron interesantes ya que en la mayor parte de la prueba se presentó menor dureza en comparación con las muestras almacenadas en agua desionizada a 37°C que mostraron mayor dureza. Debido a la pequeña cantidad de muestras utilizadas, los resultados no son concluyentes, pero sirven de referencia para investigaciones posteriores. En un estudio realizado por Gregory R. Parr y col., se menciona un material para base de dentadura procesado en laboratorio denominado Luci-Sof®, en el cual, las lecturas de dureza inmediatas (en muestras secas) fueron significativamente más bajas, en comparación con los subsecuentes valores de dureza de las muestras almacenadas en agua a 37°C y se muestra que la dureza se incrementa a mayor duración de almacenamiento en agua, llegando a registrar una meseta a una semana y permaneciendo sin cambios a más de un año de almacenamiento (27). Esta información tiene relación con este estudio ya que muestra que un material puede incrementar su dureza a mayor tiempo de almacenamiento en agua a 37°C, pero de cualquier manera, se trata de materiales distintos a los utilizados en este estudio.

Los resultados de reacción exotérmica muestran, que el menor incremento de temperatura registrado a partir de 37°C, corresponde a Systemp c&b II® con 42.8°C y el mayor incremento de temperatura fue registrado por VersaTemp® con 45.8°C; Luxatemp AM Plus® registro una temperatura de 44.3°C.

Estadísticamente hay diferencias significativas entre las medias registradas del aumento de temperatura entre una y otra resina. Si tomamos en cuenta el estudio de M. Hannig y col., en el que mencionan que se podría ocasionar daño pulpar irreversible con un incremento en la temperatura intrapulpar, que exceda los 42.5°C o dicho de otra manera que a partir de 37°C (temperatura registrada en condiciones normales en la cavidad bucal) aumente 5.5°C, observaremos que todas las resinas investigadas en este estudio exceden esa temperatura y que por lo tanto podrían ser perjudiciales para la pulpa. De cualquier forma, Jacopo Castelnuovo y col., mencionan que en condiciones clínicas la elevación de temperatura es reducida por la presencia del ligamento periodontal y otras estructuras orgánicas, tal como, extensiones protoplasmáticas de células en los túbulos dentinales. La circulación ósea y de la pulpa disipa de igual forma el calor. Además si el grosor de la dentina es adecuado, este podría ayudar a minimizar el calor recibido por la pulpa; esto aunado al corto tiempo del pico de temperatura máximo producido por estas resinas, podría no ocasionar daño pulpar, lo cual nos indica que estos materiales pueden utilizarse (16, 17). De cualquier manera, la hipótesis no se cumplió puesto que todos los materiales excedieron la temperatura capaz de producir daño pulpar y la información proporcionada por los fabricantes de que VersaTemp® tiene una temperatura máxima de fraguado de 40°C (19) y Luxatemp AM Plus® una temperatura máxima de polimerización de 38°C (23) no se cumplieron.

CONCLUSIONES

Resistencia compresiva:

Luxatemp AM Plus® mostro valores más estables hasta siete días y en general mostro valores más elevados en comparación con los otros materiales, aunque estadísticamente no hubo diferencia significativa en los valores de resistencia compresiva, si comparamos las medias de las resinas por cada período de tiempo.

Dureza:

Luxatemp AM Plus® mostró valores superiores de dureza en comparación con los otros materiales, incluso incrementó su dureza a mayor tiempo de almacenamiento en agua desionizada a 37°C, es decir, hasta siete días. VersaTemp® y Systemp c&b II® mostraron un aumento en sus valores de dureza hasta veinticuatro horas, pero a siete días disminuyeron.

Estadísticamente Luxatemp AM Plus® demostró ser superior.

Las muestras que fueron almacenadas a 37°C bajo los mismos períodos de tiempo, pero en condiciones secas, mostraron menor dureza.

Reacción exotérmica:

Systemp c&b II® mostró menor reacción exotérmica en comparación con los otros materiales. De cualquier forma todas las resinas mostraron temperaturas perjudiciales para la pulpa. VersaTemp® mostró los valores de reacción exotérmica más elevados.

Estadísticamente, se encontraron diferencias significativas entre las temperaturas máximas de cada uno de los materiales.

Se recomienda un estudio adicional de dureza en escala de Vickers con las mismas resinas bis-acrílicas, en las que en vez de almacenarlas en agua desionizada a 37°C, se almacene sin agua a la misma temperatura y utilizando períodos de almacenamiento más largos.

Las limitaciones de este estudio principalmente consistieron, en que el período más largo de almacenamiento en agua desionizada a 37°C fue a siete días, tal vez, si se realizara un estudio con períodos de tiempo más largos observaríamos resultados interesantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Boberick K.G., Bachstein T.K. Use of a flexible cast for the indirect fabrication of provisional restorations. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 90-93.
2. <http://www.geodental.net/article-4427.html> Publicado el 04/04/2001 en Geodental.com
3. <http://www.geodental.net/article-4850.html> Publicado el 19/06/2001 en Geodental.com
4. Diaz-Arnold A.M., Dunne J.T., Jones A.H. Microhardness of provisional fixed prosthodontic materials. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 525-527.
5. Bohnenkamp D.M., Garcia L.T. Repair of bis-acryl provisional restorations using flowable composite resin. *J Prosthet Dent* 2004; 92: 500-502.
6. Saishio Ortiz O.H., Guerrero Ibarra J., Navarro Bori E. Comparación de la resistencia a la flexión de dos marcas de resinas acrílicas para prótesis provisionales con refuerzo de fibra, procesadas a diferentes temperaturas. *Revista Odontológica Mexicana* 2004; 8: 70-74.
7. Moszner N., Fischer U.K., Angermann J., Rheinberger V. Bis-(acrylamide)s as new cross-linkers for resin-based composite restoratives. *Dental Materials* 2006; 22: 1157-1162.
8. Guzmán Báez H.J. Biomateriales odontológicos de uso clínico. 4ta ed. Bogotá: ECOE Ediciones; 2007. p. 17, 18, 23-25.
9. Barceló Santana F.H., Palma Calero J.M. Materiales dentales Conocimientos básicos aplicados. 3ra ed. México: Trillas; 2008. p. 37,38, 45-47.
10. Anusavice K.J. La ciencia de los materiales dentales, de Phillips. 10ma ed. McGraw-Hill Interamericana; 1996. p. 50-52, 71-73.
11. Gratton D.G., Aquilino S.A. Interim restorations. *Dent Clin N Am* 2004; 48: 487-497.
12. Haselton D.R., Diaz-Arnold A.M., Vargas M.A. Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent* 2002; 87: 225-228.
13. Ogawa T., Tanaka M., Koyano K. Effect of water temperature during polymerization on strength of autopolymerizing resin. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 222-224.
14. Tesis de Valdez Arandi Carla María. “Estudio comparativo de la resistencia a las fuerzas de compresión entre tres materiales restaurativos empleados en la elaboración de muñones en piezas dentarias tratadas endodónticamente y restauradas con postes prefabricados intraradiculares”. Universidad Francisco Marroquin, Facultad de Odontología. Guatemala; 1999.
15. <http://www.medicina.org.ar/bioquimica-clinica/413-reaccion-exotermica-concepto.pdf> Revisado el 18/01/2010.
16. Castelnuovo J., Tjan A.H. Temperature rise in pulpal chamber during fabrication of provisional resinous crowns. *J Prosthet Dent* 1997; 78: 441-446.
17. Hannig M., Bott B. In-vitro pulp chamber temperature rise during composite resin polymerization with various light-curing sources. *Dental Materials* 1999; 15: 275-281.
18. Instructivo del fabricante (Ivoclar Vivadent AG, FL-9494 Schaan, Lote. L36877). Fecha de instrucciones de uso: 06/2008, Rev. 1.

19. http://www.es.sultanhc.com/sw/swchannel/productcatalogcf_v2/internet/ProductCatalog.asp/PARENTID/242168/LinkTo//SWID/1 Revisado el 18/08/2009.
20. <http://www.dentalcompare.com/review.asp?rid=119> Revisado el 18/08/2009.
21. Instructivo del fabricante (Instrucciones Versa por R. Paul McGraw, D.D.S., F.A.G.D. EI-71010-LI, Rev C, Lote. 091014413).
22. http://www.es.sultanhc.com/sw/swchannel/productcatalogcf_v2/internet/model.asp/ProductMasterID/356766/ParentID/242168/SWID/1 Revisado el 18/08/2009.
23. http://www.dmg-dental.com/download/DMG_IFU_Luxatemp-Automix_Plus_091144.pdf Revisado el 11/08/2009.
24. <http://www.micheledanielsonline.com/Zeith%20Product%20Catalog%201.pdf> Revisado el 20/01/2010.
25. http://cervantes.cpd.ua.es/es/investigacion/sti/servicios/analisis_instrumental/analisis_termico/at.html Revisado el 24/01/2010.
26. <http://www.iim.unam.mx/polimeros/index.php/laboratorio-de-analisis-termico.html> Revisado el 24/01/2010.
27. Parr G.R., Rueggeberg F.A. In vitro hardness, water sorption, and resin solubility of laboratory-processed and autopolymerized long-term resilient denture liners over one year of water storage. *J Prosthet Dent* 2002; 88: 139-143.