



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**ESTUDIO COMPARATIVO EN RESINAS BISACRÍLICAS DE
AUTOPOLIMERIZACIÓN EN CUANTO A SU RESISTENCIA A
LA FLEXIÓN, SORCIÓN ACUOSA Y SOLUBILIDAD.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

PRESENTA

ABRAHAM MENDOZA QUINTANILLA

TUTOR: MTRO. ENRIQUE NAVARRO BORI

ASESOR: MTRO. CARLOS ALBERTO MORALES ZAVALA

MÉXICO, D.F.

2010



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.

*El final del camino llega
cuando uno pierde el interés
por nuevos horizontes...*

AGRADECIMIENTOS

A mis padres por su incansable lucha de brindarnos una mejor vida a mi hermano y a mí, por hacernos personas de bien día a día, gracias, los amo. A Omar por su apoyo, amor y comprensión, gracias Nano, este logro es de nuestra familia.

A mis abuelas Raquel y Flora, a mi tía Blanca; a ustedes gracias por su cooperación y paciencia y en general a esa maravillosa familia que tengo.

Un agradecimiento especial al Dr. Enrique Navarro Bori por su apoyo, paciencia y consejos brindados a lo largo de este proyecto y durante la carrera en general, gracias Tío. Igualmente quiero agradecer el apoyo, paciencia y consejos al Dr. Carlos Morales por su asesoría durante la investigación y su compromiso con la misma.

A esas personas que siempre estuvieron ahí cuando las necesité, ya sea para brindarme un consejo o escucharme. Gracias Raymundo Canseco, Francisco Palacios, Mario Villaseñor, Emmanuel Vázquez, a mi prima Zulema, Berenice García, Ana Belén Ortiz, Zabdi Torres, Ángeles Zarate, Ximena Garduño y Mariana Galván, gracias a ustedes por su amistad y apoyo.

Gracias a la familia Hernández Fernández por siempre confiar en mí.

Gracias también a esa personita que llegó en el momento adecuado a mi vida y se ha convertido rápidamente en mi talón de Aquiles, gracias Ana, eres parte importante de este logro, lo sabes.

A mis amigos Oscar Ponce, Francisco Hernandez Nava, Victor Cornejo, Andrés González, Iram Sanchez, Isaac Rangel, a ustedes muchas gracias por compartir a mi lado estos últimos meses de trabajo y buena vibra.

A Luis por darme la oportunidad de pertenecer a ese gran grupo de trabajo y tener la paciencia durante el desarrollo de mi tesis. Y gracias también a todos ellos, Vero, Jair, Nalle, Lilia, Gema, Jerem y Gisel, por sus consejos y orientación durante el proceso de la misma.

Y a todos los que directa o indirectamente se vieron involucrados con este proyecto.

CONTENIDO

1. RESUMEN	6
2. INTRODUCCIÓN	7
3. ANTECEDENTES	8
3.1 MATERIALES PARA LA CONFECCIÓN DE PRÓTESIS PROVISIONALES	11
3.1.1 DUALES	11
3.1.2 FOTOPOLIMERIZABLES	12
3.1.3 TERMOPOLIMERIZABLES	12
3.1.4 AUTOPOLIMERIZABLES	12
3.2 IONÓMERO DE VIDRIO	16
3.3 TÉCNICA PARA LA CONFECCIÓN DE PROVISIONALES	16
3.3.1 TÉCNICA DIRECTA	16
3.3.2 TÉCNICA INDIRECTA	16
3.3.3 TÉCNICA HÍBRIDA	16
3.4 RESINAS BISACRÍLICAS EMPLEADAS	17
3.4.1 Systemp C&B^{MR} Ivoclar Vivadent	17
3.4.2 Versatemp^{MR} de Sultan	18
3.4.3 Luxatemp^{MR} de DMG	19
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
5. JUSTIFICACIÓN	20
6. HIPÓTESIS	20
7. OBJETIVO GENERAL	20
8. OBJETIVOS PARTICULARES	20
9. VARIABLES	21
10. MATERIALES	21
11. MÉTODOS	22
11.1 PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	22
11.2 PRUEBAS DE SORCIÓN ACUOSA Y SOLUBILIDAD	24
12. RESULTADOS	28
12.1 SORCIÓN Y SOLUBILIDAD ACUOSA	28
12.2 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN Y MÓDULO DE FLEXIÓN	32

13. ANALISIS ESTADÍSTICO	41
13.1 SORCIÓN ACUOSA	41
13.2 SOLUBILIDAD ACUOSA	41
13.3 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	41
13.3.1 7 Días	41
13.3.2 24 h	41
13.3.3 4 h	42
13.3.4 1 h	42
13.4 MÓDULO A LA FLEXIÓN	42
13.4.1 7 Días	42
13.4.2 24 h	42
13.4.3 4 h	42
13.4.4 1 h	42
14. DISCUSIÓN	44
15. CONCLUSIONES	47
16. BIBLIOGRAFÍA	48

1. RESUMEN

Debido a la alternativa que las resinas bisacrílicas presentan para la confección de prótesis provisionales, se realizó un estudio donde comparamos tres marcas comerciales distintas, en este trabajo analizamos las propiedades de resistencia a la flexión, sorción y solubilidad acuosa. Las marcas empleadas para el estudio fueron Systemp C&B^{MR} de Ivoclar Vivadent, Versatemp^{MR} de Sultan Healthcare y Luxatemp^{MR} de DMG. Las pruebas fueron realizadas en base a la “Norma 27 de la ADA (American Dentistry Association) para resinas compuestas”, dado que el comportamiento de estas resinas es similar al de las bisacrílicas, y no existe una norma oficial estandarizada para dichas resinas.

Como parte del estudio se realizaron pruebas de resistencia a la flexión a 24h como lo indica la norma, también realizamos pruebas a 7 días, 4h y 1h, dado que son tiempos importantes después de la colocación de la prótesis provisional.

Systemp C&B^{MR} fue la resina que mejores resultados expresó en sorción acuosa y solubilidad, a comparación de Versatemp^{MR} y Luxatemp^{MR} aunque ninguna de las tres resinas estudiadas satisfacen los parámetros mínimos de la Norma 27 de la ADA. En cuanto a resistencia a la flexión las tres resinas presentaron un adecuado comportamiento aunque Versatemp^{MR} sobresalió con una mayor resistencia.

2. INTRODUCCIÓN

Las resinas bisacrílicas son una opción más para la confección de prótesis provisionales, las cuales tienen la virtud de combinar las ventajas de resinas a base de Metil-metacrilato y la fórmula del ionómero de vidrio.

En este estudio se compararon tres distintas marcas de resinas bisacrílicas, con base en la resistencia a la flexión, involucrando el módulo de flexión con la finalidad de determinar la resistencia a la fractura que poseen; del mismo modo se comprobó el índice de sorción acuosa y solubilidad en cada una de ellas.

Es importante conocer la capacidad de estos materiales en cuanto a las propiedades de resistencia a la flexión, solubilidad y sorción acuosa, ya que de estos dependerá en gran parte el comportamiento de cada material, lo que se verá reflejado en aumentos o disminuciones de volumen evidenciando así desajustes en las restauraciones provisionales, lo que influirá directamente con el éxito del tratamiento protésico.

La Sorción acuosa es una propiedad importante, ya que altera el comportamiento de estos materiales, como por ejemplo, se sabe que en medio húmedo se compensa la contracción de la polimerización, lo cual nos dará un mejor ajuste marginal, y de esta forma habrá una mejor protección y mantenimiento de los dientes pilares⁽¹⁾.

El estudio se basa en la comparación de la resistencia a la flexión, solubilidad y sorción acuosa en resinas bisacrílicas exclusivamente de tipo autopolimerizable, de las marcas comerciales Ivoclar, Sultan Healthcare y DMG.

Las pruebas se realizaron siguiendo la metodología de la Norma 27 de la ADA para resinas compuestas, las cuales son a base de Bisfenol Glicidil Metacrilato (BIS-GMA), o Uretano de Dimetacrilato (UDMA) y son empleadas para obturaciones definitivas, ya que por no existir una norma estandarizada para resinas bisacrílicas se optó por la opción de tomar como auxiliar esta norma, verificando así que las resinas bisacrílicas empleadas cumplan con los parámetros exigidos por ella y dar a conocer al clínico cuál de ellas tiene las mejores propiedades.

3. ANTECEDENTES

Desde la antigüedad, el ser humano se ha visto obligado a la interacción con distintos materiales que lo rodean como materia prima para la fabricación de instrumentos necesarios para el desarrollo y correcto desenvolvimiento del mismo dentro de los grupos sociales que ha formado.

Así ha sido igualmente en todos los ámbitos, desde la caza, la construcción de sus viviendas, su vestimenta, sin dejar atrás la estética; ha buscado interactuar con más de dos materiales y probar sus resultados, por ejemplo, se menciona que los Hititas en el siglo XV A.C. ya fabricaban aleaciones de hierro, esto ya les daba poder bélico en comparación con las civilizaciones que ya estaban establecidas en aquel entonces. Al igual es sabido que las civilizaciones en aquel entonces y hoy en día, los países que desarrollan avances en tecnología y materiales tienen mayor presencia y poder frente a los que no lo hacen.

Dentro de la odontología, el crear materiales e innovaciones en tecnología, las ideas brillantes y la gente que las desarrollan son aquellos en tener mayor dominio y presencia dentro del gremio dedicado a la salud y restauración del aparato estomatognático.

Fauchard en 1728 es considerado el padre de la odontología restauradora, este título gracias a haber descrito varios materiales para restauración dental. En 1776 Dechateau (químico) y Dubois de Chemant (dentista) en 1788, comenzaron a emplear la cerámica para la fabricación de dientes; otro ejemplo es Charles Goodyear quien descubre la vulcanita en 1840, imprescindible para la fabricación del caucho, este personaje es mayormente reconocido en otro ámbito como por ejemplo la evolución en los materiales empleados para la fabricación de llantas, pero entre los especialistas en la salud bucal se le debe mucho al descubrimiento de este material ya que se empleó para la fabricación de prótesis dentales y actualmente utilizado en otros materiales como el dique de hule, mangos de ciertos instrumentos, entre otros.

La primera resina compuesta, sintetizada en 1962 por Ray Bowen estaba formada por bisfenol glicidil metacrilato como matriz orgánica y cuarzo como relleno inorgánico.

En la actualidad la competencia está dada por el desarrollo de aquel material restaurador que posea las propiedades tanto estéticas como funcionales, dentro de esta búsqueda se han desarrollado materiales como las resinas compuestas a base de BIS-GMA, pero debido a que no han tenido el mejor desempeño funcional, los fabricantes se han visto en la necesidad de interactuar y por así decirlo, “jugar” un poco con el tamaño de sus moléculas, de ahí se derivan las resinas de macro relleno, micro relleno, nano relleno, y relleno híbrido, pero esto se ha visto sumamente reflejado en otras propiedades de éstos materiales como el pulido, el color por nombrar algunas de ellas. Otros materiales empleados y que han mostrado resultados satisfactorios han sido la zirconia, porcelana y resinas, por nombrar unos cuantos; los cuales son empleados en la fabricación de prótesis libres de metal.

En este trabajo se ha empleado la resina bisacrílica, la cuál es un material al que se le exigen las mismas propiedades que a cualquier material empleado para fabricar prótesis fijas y coronas pero por un tiempo más corto ya que es empleado como material provisional.

La restauración provisional es una restauración temporal que debe permanecer desde la preparación y hasta el momento del cementado final de la prótesis definitiva⁽²⁾, para ello debe cumplir con ciertas características similares a las que posee una prótesis; debe tenerse mucho cuidado en la elección del material y técnica con la que se vaya a realizar, ya que esto, influirá en el cumplimiento de ciertos requisitos necesarios para cubrir las necesidades ideales.

Estas restauraciones, también llamadas transitorias o intermedias, deben cumplir con los siguientes requisitos⁽³⁾:

1. Protección pulpar
2. Estabilidad posicional
3. Función oclusal
4. Fácil limpieza
5. Márgenes no lesivos
6. Perfiles de emergencia
7. Fuerza y retención
8. Estética

Requisitos que si los comparamos con de una prótesis fija definitiva, son similares, esto se debe a que la prótesis transitoria debe utilizarse como un elemento importante para la visualización del resultado final del tratamiento, tanto para el clínico como para el paciente.

Los materiales con los cuales se elaboran deberán cumplir con propiedades estéticas y mecánicas que al mismo tiempo influirán en el grado de ajuste marginal y el comportamiento de cada material, estas son:

-Ajuste marginal. Será esencial para mantener una buena salud gingival y protección del diente pilar, evitará la retención de placa bacteriana y una exposición del cemento; el éxito de este ajuste, dependerá de varios factores como la técnica de confección, siendo la indirecta la más exitosa en este punto. En cuanto a la situación ambiental se sabe que la sorción acuosa compensará la contracción, por lo tanto el ajuste marginal se verá poco afectado. Los provisionales realizados con materiales fotopolimerizables o duales presentan mayor discrepancia que los autopolimerizables, aunque en éstos últimos se debe cuidar la proporción del monómero ya que se ve directamente afectada con una mayor contracción por exceso de éste; y en cuanto al tipo de terminación marginal de la preparación, el hombro presenta una mejor adaptación marginal que el chaflán o el filo de cuchillo.

-Dureza superficial y resistencia al desgaste. Ésta es mayor en los provisionales confeccionados con resinas bis acrílicas o resinas fotopolimerizables, menor en poli-metil-metacrilato (PMMA) y aún menor con poli-etil-metacrilato (PEMA).

-Resistencia mecánica. Esta va disminuyendo con el paso del tiempo como consecuencia de la sorción acuosa, las resinas termopolimerizables tienen mayor resistencia mecánica. Las resinas bis-acrílicas presentan un menor módulo de flexión que el PMMA, lograr un módulo de flexión elevado será importante con el fin de aumentar la rigidez y

disminuir la flexión, ésta se ve ampliamente disminuida por acción de la sorción acuosa, la cual depende de la mayor o menor presencia de microporos⁽³⁾.

-Acabado superficial y pulido. Una superficie pulida disminuirá el riesgo de tinción de los provisionales, y a su vez ofrece escasa retención para los restos alimenticios y placa bacteriana.

-Estabilidad de color. También influida por la sorción acuosa y por el pulido del material, ya que con superficies ásperas los provisionales se ven más oscurecidos elaborados en PEMA y las resinas bisacrílicas⁽⁴⁾ en comparación con los elaborados a base de PMMA.

3.1 MATERIALES PARA LA CONFECCIÓN DE PRÓTESIS PROVISIONALES

Las prótesis provisionales pueden realizarse en una amplia gama de materiales que se dividen en:

1. Duales
2. Fotopolimerizables
3. Termopolimerizables
4. Autopolimerizables
 - A base de metil-metacrilato (MMA)
 - A base de etil-metacrilato (EMA)
 - Resinas bisacrílicas

El material más usado para la confección de estas prótesis es el metil-metacrilato, ya que es de bajo costo, fácil de manipular, que cumple con los principios de resistencia y estabilidad de color, así como un pulido relativamente sencillo.

En cuanto a la polimerización existe el problema que esta reacción desprende radicales libres, los cuales afectan el comportamiento del material, y su interacción con los tejidos. El material que menos radicales libres forma será aquel que su polimerización sea por adición ya que ningún material polimeriza completamente¹.

3.1.1 DUALES

Dimetacrilato de uretano (UDMA) suele ser la base principal de estos materiales, su característica principal es presentar una primera fase de autopolimerización, adquiriendo así una fase plástica en el material, esta fase nos permite recortar excedentes, y manipular el material para un correcto sellado del provisional, y una segunda fase, a partir de fotopolimerizar empleando una lámpara de luz halógena o led, ésta se lleva a cabo una vez que la terminación del provisional es la deseada. Esta propiedad es una ventaja y desventaja a la vez, ya que en caso de ser un provisional de dos o menos unidades, el procedimiento será rápido pero en caso de ser de más de tres unidades, se complica el hecho de fotopolimerizar cada una de las coronas, las propiedades de estas resinas son significativamente menores a las autopolimerizables⁽⁵⁾.

Como ejemplos tenemos Luxatemp Solar^{MR} de DMG/Zenith, Iso-Temp^{MR} de 3M las cuales son resinas bisacrílicas. Todos estos compuestos tienen relleno y se presentan en forma de automezcla, y Unifast^{MR} LC de GC que está hecho a base de PMMA.

3.1.2 FOTOPOLIMERIZABLES

Estas resinas tienen la ventaja de no liberar monómero, ni tienen reacción exotérmica, aunque presentan propiedades estéticas y mecánicas mucho menores a otras resinas, requieren el uso de lámparas de fotoactivación de luz halógena⁽⁵⁾.

3.1.3 TERMOPOLIMERIZABLES

Las resinas termopolimerizables están hechas a base de MMA y la principal diferencia es que el activador contenido en el líquido de la resina autopolimerizable, en la termopolimerizable está ausente, y es sustituido por calor.

Son las resinas que mejores propiedades van a brindar, tanto mecánicas por presentar un menor desgaste, como estéticas ya que presentan mejor estabilidad de color y pulido durante más tiempo⁽⁵⁾.

Son confeccionados principalmente cuando se prevee que la prótesis provisional permanecerá mayor tiempo en boca.

3.1.4 AUTOPOLIMERIZABLES

✓ RESINAS A BASE DE METIL-METACRILATO

Se presentan en forma de polvo-líquido, el polvo (polímero) contiene PMMA que es polimetil-metacrilato, peróxido de benzoilo como iniciador, ftalato de dibutilo como plastificante y un derivado del etilenglicol que favorece los enlaces cruzados; por su parte el líquido (monómero) contiene MMA⁽⁴⁾.

✓ RESINAS A BASE DE ETIL-METACRILATO

Tiene una presentación polvo-líquido, el polvo tiene una conformación muy similar al anterior. En éste, el componente principal es el EMA y las partículas prepolimerizadas son polimetil-metacrilato (PMMA) igual encontradas en el polvo, aunque este componente puede ser cambiado por vinilmeta-acrilato, sin variación considerable en el comportamiento del material.

El líquido por su parte, puede ser monómero de n-butylmetacrilato, o isobutylmetacrilato¹.

✓ RESINAS BISACRÍLICA

Estas resinas pretenden integrar las ventajas de las resinas anteriormente mencionadas y son reforzadas con ionómero de vidrio⁽⁴⁾.

La resina bisacrílica es un material compuesto por una base de sílice o relleno de vidrio reforzado con metacrilatos multifuncionales, estos buscan reunir las mejores propiedades de los metacrilatos con las propiedades de los materiales de vidrio y sílice.

Se ha tratado de evolucionar en este material, facilitando su uso mediante cartuchos de automezcla, aunque presentan el problema de desperdiciar de 0.51 a 1.21 gramos de producto por cada mezclado según la casa comercial, también se presentan en unidades coronarias prefabricadas listas para realizar un rebase con el dosificador de automezcla y puntas de una sola dosis para evitar el desperdicio de las puntas de automezcla.

Poseen un alto peso molecular, lo que produce una sólida unión entre los radicales libres al momento de la reacción de polimerización, que da como consecuencia una contracción del material menor del 3%, sin dejar productos secundarios ni monómero libre ya que la automezcla es en proporciones muy exactas y estas condiciones a su vez influyen en que la reacción exotérmica será menor. Esto hace de este material una opción segura en la elaboración de prótesis provisionales, sobre todo de coronas unitarias, y prótesis cortas, no es recomendado su uso en brechas largas porque su módulo de elasticidad no es adecuado para este rubro.

En cuanto a estabilidad de color es similar a las demás resinas autopolimerizables, aunque clínicamente se observan más estables las resinas de PMMA.

Debido a su presentación de automezcla no es posible manipular su consistencia. Las resinas bisacrílicas, durante su polimerización presentan dos consistencias, una blanda y plástica que es la óptima para realizar el recortado marginal al momento del rebase, y una rígida final, por lo cual es muy importante recortar los excesos en su primera fase, una vez concluida esta fase será complicado el ajuste marginal.

Existen varias comercializadoras que ya fabrican resinas bisacrílicas, entre ellas 3M ESPE con Protemp II^{MR} y Protemp Garant^{MR}, también 3M Protemp Crown^{MR} que es la presentación de coronas prefabricadas. Voco presenta Structur 2 Dominant^{MR}. DMG/Zenith fabrica Luxatemp^{MR}, Temphase^{MR} de Kerr al Fill-in aunque ésta última presenta la particularidad de dosificarse en puntas Unidas las cuales evitan el desperdicio de material por las puntas mezcladoras.

La compañía 3MESPE reporta un estudio de 5 casos clínicos usando su sistema Protemp Crown Temporization Material^{MR}, el cual está basado en coronas prefabricadas de resina bisacrílica, en la reseña de éstos casos clínicos se menciona la ventaja de la fácil manipulación de éste material, del rebase, el ajuste marginal, un adecuado pulido y acabado terso de las restauraciones provisionales⁽⁶⁾.

En un estudio de introducción al mercado de Protemp plus de 3M ESPE se menciona que este material posee un módulo de elasticidad mayor a 2.0 MPa, una resistencia a fracturarse mayor de 10.0 KJ/m², y en estudios con 10 prótesis provisionales de 3 unidades sometidos a 450,000 ciclos de 100N y 300 variaciones térmicas de 5-50°C tuvieron un 100% de supervivencia. En comparación con otros materiales como Luxatemp^{MR} que obtuvo un 60% de supervivencia de especímenes. En cuanto a la resistencia compresiva presume tener 395.6MPa⁽⁷⁾.

Sebastian Mues⁽⁸⁾ en el reporte de un caso de rehabilitación en abril del 2008, recomienda el uso de Luxatemp como material para prótesis provisionales ya que presenta un buen ajuste y estabilidad marginal, un correcto acabado de la superficie y pulido, resulta fácil de retirar sin peligro a dañar el periodonto y cumple con las necesidades mecánicas estándar para una resina bis acrílica.

En 2005 Vicente Berbís Agut⁽⁹⁾ de la Universidad de Barcelona menciona la confección de provisionales empleando Temporary Cold.V de Major que es una resina bisacrílica, para la confección de éstos provisionales con la ayuda de resina rosa autopolimerizable Pro-Base Cold de Ivoclar para la caracterización de la encía, y menciona resultados satisfactorios por parte del material.

En Septiembre del 2004, Saishio Ortíz y cols.⁽¹⁰⁾, mencionan que las resinas bisacrílicas (Luxatemp) al ser reforzadas con fibra de polietileno (Ribbond) a temperatura ambiente presentan una menor resistencia a la flexión, aunque evita la fractura súbita de la prótesis provisional, también mencionan que al incrementar la temperatura durante la polimerización, no producirá una diferencia estadísticamente significativa que favorezca la resistencia de las resinas bis acrílicas como la hecha a base de polimetilmetacrilato.

La compañía Voco⁽¹¹⁾ menciona que su producto Structur^{MR} 2 SC posee un módulo de elasticidad de 92.7 MPa después de 14 días sumergido al agua, y de 340.8 MPa en un estudio realizado por V. Babcic, R. Perry y G. Kugel, donde ellos mencionan también que la resistencia de Protemp Plus^{MR} de 3M ESPE es de 395.6 MPa, Luxatemp^{MR} de 281.5 MPa, y 257.5 de Acrytemp^{MR} entre otras.

A continuación en la Tabla 1 y 2 se presentan diferentes propiedades de MMA, EMA y Resinas Bisacrílicas comparadas entre sí.

Tabla 1 y 2. Comparación de las propiedades principales en los materiales usados para prótesis provisionales

	Manipulación	Exotermia de polimerización	Contracción	Resistencia
MMA	Debido a su presentación de polvo-líquido es manipulable su consistencia	Es mayor con respecto a las otras dos resinas, y es directamente proporcional a la relación polvo-líquido que se utilice para la mezcla	Igual será influida por la relación polvo-líquido, y se verá muy afectada si la relación no es la correcta	Media
EMA	Consistencia manipulable por su presentación polvo líquido	Presenta menor porcentaje exotérmico que el MMA	Menor contracción que el MMA	Media
Bisacrílicas	Debido a que se presenta en pistola de automezcla es mucho más fácil su uso, no permite manipular su consistencia	Presenta el más bajo nivel de exotermia	Menor al 3%, lo que hace más exacto este material	Muy buena

	Estética	Estabilidad color	Pulido	Monómero Libre	Costo
MMA	Buena durante varias semanas	****	Bueno	***	Bajo
EMA	Su calidad estética es menor	****	Medio	***	Bajo
Bisacrílicas	Buena por mayor tiempo en comparación a las otras dos resinas	**	Medio	NO	Alto

3.2 IONÓMERO DE VIDRIO

El ionómero de vidrio es un material empleado principalmente para cementación de restauraciones dentales, aunque también se usa como material para base de restauraciones a base de resinas compuestas. Tiene como principales propiedades la adhesión específica al diente y a ciertos metales y la liberación paulatina de fluoruros, lo cual le confiere una acción anticariogénica. Una de sus desventajas es ser más soluble en comparación con otros cementos como el fosfato de zinc.

El hecho de asociar el ionómero de vidrio a las resinas bisacrilicas se debe a que éste material está compuesto por una base de Sílice muy similar a la compuesta en las resinas bisacrilicas, que éste por tener una resistencia a la compresión moderada conferirá a la resina bisacrílica propiedades físicas adecuadas para el empleo como material provisional, la otra parte de su composición es aluminio, calcio y flúor, que al mezclarse forman fluoroalúmino-silicato de calcio, esto en la porción polvo de su presentación, en la porción líquida es poli (ácido acrílico), agua y pequeñas porciones de ácidos tartárico y maleico⁽¹²⁾.

3.3 TÉCNICAS DE CONFECCIÓN DE PROVISIONALES

3.3.1 TÉCNICA DIRECTA

Se realiza directamente en boca, ya sea a partir de resinas autopolimerizables o fotopolimerizables, apoyados con una matriz preformada de acetato, alginato o silicona; presentan como principal desventaja una reacción exotérmica con posible daño pulpar.

3.3.2 TÉCNICA INDIRECTA

Se realizan en laboratorio, básicamente con resinas termopolimerizables y a partir de un modelo de trabajo, una de sus mayores ventajas es el ajuste marginal a las preparaciones⁽⁴⁾, así como la estabilidad de color, un mejor pulido y mayor estabilidad dimensional ya que el material empleado generalmente es termopolimerizable.

3.3.3 TÉCNICA HÍBRIDA

Se realiza con la combinación de las dos técnicas anteriores, a partir de un modelo inicialmente con los pilares preparados al mínimo desgaste y se realiza una cofia con resina termopolimerizable, una vez teniendo ésta, y la preparación lista se rebasa con resina auto o fotopolimerizable.

3.4 RESINAS BISACRÍLICAS EMPLEADAS

A continuación se muestran las características otorgadas por los fabricantes de cada resina empleada

3.4.1 Systemp C&B^{MR} de Ivoclar Vivadent

El producto fabricado por Ivoclar Vivadent es una pasta de autocurado predosificada en un cartucho doble en una proporción de 4:1. La compañía que lo produce indica que gracias a sus propiedades mecánicas también puede ser empleado para la fabricación de prótesis provisionales largas. Además de restauraciones provisionales para coronas totales, parciales, carillas, inlays, onlays. Se encuentra disponible en 4 colores, XL bleach, A1/110, A2/140, A3/210 y A3.5/230

En su composición menciona un 48% de matriz vidrio y 25% de Poliuretano de Metacrilato principalmente

Tiempos marcados por el fabricante:



Características técnicas:

Éste material cumple con la ISO 4049 para materiales a base de resina, para la cual ofrece una resistencia a la Flexión de >60 N/mm². Contracción de polimerización de 5.3%, su módulo de elasticidad es de 1900 N/mm². Estas propiedades fueron publicadas por Ivoclar Vivadent en un estudio comparativo en Julio del 2001.⁽¹³⁾



Imagen 1. Cartucho SystempC&B^{MR} montado en su pistola dispensadora y con punta mezcladora

3.4.2 Versatemp^{MR} Temporary Crown and Bridge Resin de Sultan Healthcare

Éste material es producido por Sultan Healthcare y es una resina bisacrílica de autocurado, se encuentra disponible en seis distintas tonalidades, que son A1, A2, A3.5, B1, C2, y A0-Bleach, y se comercializa en la presentación de cartucho doble para pistola de automezcla. Lo cual garantiza una forma sencilla de obtener la mezcla y a su vez libre de partículas ajenas. Promueve el uso de puntas dispensadoras más pequeñas en comparación a las puntas mezcladoras de otras casas comerciales, esto con la finalidad de ahorrar material desperdiciado en la punta.

Tiempos de trabajo marcados por el fabricante:



Características técnicas:

El fabricante refiere que según las pruebas realizadas por ellos, su producto presenta una resistencia a la flexión de 70MPa, así como una resistencia a la compresión de 205MPa, y una reacción exotérmica equivalente a 40°C, esto si el material es manipulado con las indicaciones establecidas por ellos.

Presentaciones:

El kit introductorio contiene cuatro cartuchos de 25mL cada uno, en tonos A1, A2, A3.5, B1, la pistola de automezcla, y 40 puntas mezcladoras.

También presentan un sistema de iniciación, el cuál contiene dos jeringas de automezclado Versatemp de 5mL, en tonos A1 y A2, un cemento temporal Sensi-Temp NEZO de 5mL en su fórmula libre de eugenol, un Barniz GlossCote Temp-

Art, de 5mL, para un buen pulido y brillo de la resina y 20 puntas de automezcla.⁽¹⁴⁾



Imagen 2. Cartucho de Versatemp^{MR} montado en su pistola de automezcla y con punta mezcladora

3.4.3 Luxatemp^{MR} de DMG

Es un material de 2 componentes basado en metacrilatos multifuncionales el cuál es mezclado en forma predosificada mediante puntas mezcladoras y pistola de automezcla, DMG, la compañía que lo produce, recomienda su uso para coronas, puentes, inlays, onlays, coronas parciales y carillas provisionales. Dentro de su composición posee un 44% de relleno de vidrio y 24% de metacrilatos funcionales

Tiempos marcados por el fabricante:



Características técnicas:

Según el fabricante éste material 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, Sorción acuosa de 0.76% en peso, y una temperatura máxima de polimerización de 38°C

Presentaciones:



DMG maneja un paquete de inicio, el cual contiene un cartucho de 76g de pasta, 15 puntas para automezcla, y el Automix-Dispenser. Por separado ofrece la opción de obtener paquetes de recarga que contienen 1 cartucho de 76g de pasta y 15 puntas para automezcla, los repuestos están disponibles en color A1, A2, A3.5, B1 y Bleach Light.

También manejan un paquete con 5 cartuchos, con 76g de pasta cada uno, 75 puntas de automezcla, éste paquete lo ofrecen con colores A1, A2 y A3.5. Por separado se pueden comprar el Automix-Dispenser y las puntas de automezcla.⁽¹⁵⁾

Imagen 3. Pistola Dispensadora de Luxatemp^{MR} montada con cartucho y punta mezcladora

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No existen estudios en los que se compare la solubilidad y sorción acuosa por 7 días de Systemp C&B^{MR}, Versatemp^{MR} y Luxatemp^{MR} entre sí, así como su resistencia a la flexión a 7 días, 24h, 4h y 1h.

5. JUSTIFICACIÓN

Es importante para el Cirujano Dentista conocer las propiedades de los materiales que emplea, y determinar cuál de ellos le ofrece el mejor rendimiento para que posteriormente él elija sobre el uso de alguno de ellos.

Ya que no existen estudios comparativos en cuanto a resinas bisacrílicas, realizamos este estudio enfocado a comparar la resistencia a la flexión a 7 días, 24h, 4h y 1h; aparte solubilidad y sorción acuosa a 7 días entre tres distintas marcas, Systemp C&B^{MR}, Versatemp^{MR} y Luxatemp^{MR} y determinar si cumplen con los parámetros establecidos por la Norma 27 de la ADA para resinas compuestas.

6. HIPOTESIS

Las tres marcas comerciales de resinas bisacrílicas cumplen con los parámetros determinados para la resistencia a la flexión, solubilidad y sorción acuosa que se encuentran establecidos en la norma 27 de la ADA para resinas compuestas, y por presentar una similar composición química deberán mantener un mismo comportamiento entre sí.

7. OBJETIVO GENERAL

Conocer la resistencia a la flexión, solubilidad y sorción acuosa de las resinas bisacrílicas en las tres distintas marcas a emplear en el estudio y compararlas entre sí.

8. OBJETIVOS PARTICULARES

- Medir la resistencia a la flexión, solubilidad y sorción acuosa a la resina bisacrílica autopolimerizable Versatemp^{MR} de Sultan Healthcare.
- Medir la resistencia a la flexión, solubilidad y sorción acuosa a la resina bisacrílica autopolimerizable Systemp C&B^{MR} de Ivoclar Vivadent.
- Medir la resistencia a la flexión, solubilidad y sorción acuosa a la resina bisacrílica autopolimerizable Luxatemp^{MR} de DMG.

9. VARIABLES

DEPENDIENTES- Fecha de caducidad, manipulación del material, temperatura ambiente, humedad ambiente

INDEPENDIENTES- Predosificación de automezcla, almacenaje, porcentaje de componentes dependiendo la marca comercial empleada.

10. MATERIALES

- 1 cartucho de 25mL de resina bisacrílica de autopolimerización Systemp C&B^{MR} de Ivoclar Vivadent
- 1 cartucho de 25mL de resina bisacrílica de autopolimerización Luxatemp^{MR} de DMG
- 1 cartucho de 15mL de resina bisacrílica de autopolimerización Versatemp^{MR} de Sultan Healthcare
- Máquina universal de pruebas mecánicas INSTRON
- Agua destilada a 37°C
- Vernier
- Báscula
- Bandeja de aluminio
- Moldes para preparación de muestras de 25mm x 2mm x 2mm, para las pruebas de resistencia a la flexión
- Moldes para preparación de muestras cilíndricas de 15 mm de diámetro x 0.5mm de grosor, para las pruebas de sorción y solubilidad
- Estufa a 37°C
- Estufa Hanau con temperatura y humedad controladas a 37°C



Imagen 1. Estufa programada a 37°C

11. MÉTODO

11.1 PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

1. El material se preparó de acuerdo a las instrucciones indicadas por el fabricante confeccionando así 5 especímenes en moldes de 25 mm x 2 mm x 2 mm; se colocaron en baño de agua a 37°C durante 3 minutos después de realizada la mezcla, se retiraron los excedentes del molde y 15 minutos después de iniciada la mezcla se retiraron los moldes. Posteriormente se almacenaron los especímenes en agua destilada a 37°C.
2. Se retiraron los especímenes 23h y 45 min después de preparada la mezcla y se midieron, con una precisión de ± 0.01 mm. Posteriormente se transfiere el primer espécimen al aparato del ensayo para la resistencia a la flexión, se dejó que el espécimen se estabilice por 10 min antes de realizar la prueba
3. 24h después de iniciada la mezcla, se aplicó al espécimen una carga con una velocidad transversal de 1mm/min o una proporción de carga hasta que el espécimen se fracturó. Se registró la carga máxima ejercida sobre el espécimen. Y se repitió el mismo procedimiento con los cuatro especímenes restantes.

Para el cálculo de la resistencia a la flexión se realizó la siguiente ecuación:

$$\sigma = \frac{3 Fl}{2 bh^2}$$

F será la carga máxima en Newtons ejercida sobre el espécimen

l es la distancia en milímetros entre los soportes, donde se apoya la muestra

b es la anchura, en milímetros del espécimen medida inmediatamente antes del ensayo

h es la altura en milímetros igualmente medida antes del ensayo

Se calculan los cinco resultados, y si cuatro o cinco son mayores a los 50MPa se declara que el material cumple con los requisitos establecidos.

Si cuatro o cinco resultados están por debajo de los 50MPa, se declara que el material falla de modo absoluto

Si solo tres son mayores a 50MPa, se repite el ensayo completo hasta que los resultados sean contundentes en más de cuatro especímenes⁽¹⁶⁾.



Imagen 5. Muestras de Systemp C&B^{MR} elaboradas para las pruebas de resistencia a la flexión



Imagen 6. Muestras de Versatemp^{MR} elaboradas para las pruebas de resistencia a la flexión



Imagen 7. Muestras de Luxatemp^{MR} elaboradas para las pruebas de resistencia a la flexión



Imagen 8. Medición de la muestra



Imagen 9. Muestra montada en la maquina INSTRON

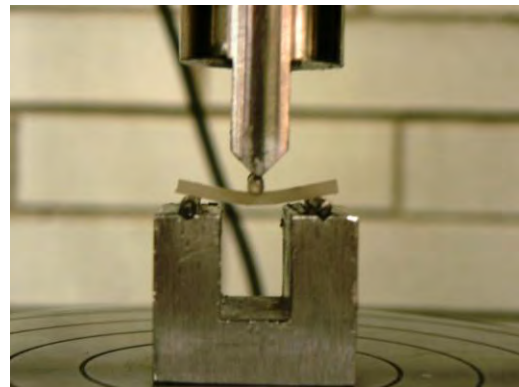


Imagen 10. Muestra de resina en transcurso de la prueba de resistencia a la flexión

Para el cálculo del Módulo de flexión se realizó la siguiente ecuación:

$$E = \frac{F_1 l^3}{4 b h^3 d}$$

F_1 es la carga en Newtons, en un punto conveniente de la porción de línea recta de la curva
 d es la deflexión, en milímetros en la carga F_1
 l , b y h corresponden al mismo cálculo de la resistencia a la flexión

Posteriormente se utiliza la siguiente ecuación:

$$N = (E \times 0.0025) + 40$$

Y se declara que el material cumple si $\sigma > N$.

Las pruebas de resistencia a la flexión se realizaron a 24h como lo indica la norma; y a 7 d, a 4h y a 1 después de fabricada la mezcla, con la finalidad de lograr comparar la alteración de las propiedades del material después de transcurrido éstos tiempos.

11.2 PRUEBAS DE SORCIÓN ACUOSA Y SOLUBILIDAD

1. Se realizaron 5 especímenes de 15mm de diámetro y de 0.5 mm de grosor
2. Los especímenes se colocaron en el desecador manteniéndolos a 37°C por 24h, y después se almacenaron en un desecador mantenido a 23°C durante 1h y se pesaron con precisión de ± 0.2 mg. Se repitió este ciclo hasta que se obtuvo una masa constante, m_1 , es decir, hasta que la masa perdida de cada espécimen no sea mayor de 0.2mg en un periodo cualquiera de 24h.
3. Se sumergieron los especímenes en agua y se mantuvieron a 37°C durante 7 días. Después de transcurrido este tiempo, se lavaron con agua, se secaron para quitar el agua superficial hasta que estuvieron libres de humedad visible, se agitaron durante 15 min al aire y se pesaron 1min después de haberlos extraído del agua, se registró esta masa como m_2 .
4. Posterior a este registro, se desecaron nuevamente los especímenes hasta obtener una masa constante, este ciclo ya fue descrito en el punto 1. Y se registró como m_3 .
5. Se midieron el diámetro y el grosor de cada espécimen y en cuatro puntos espaciados igualmente sobre la circunferencia; y se calculó el volumen, V , en milímetros cúbicos.

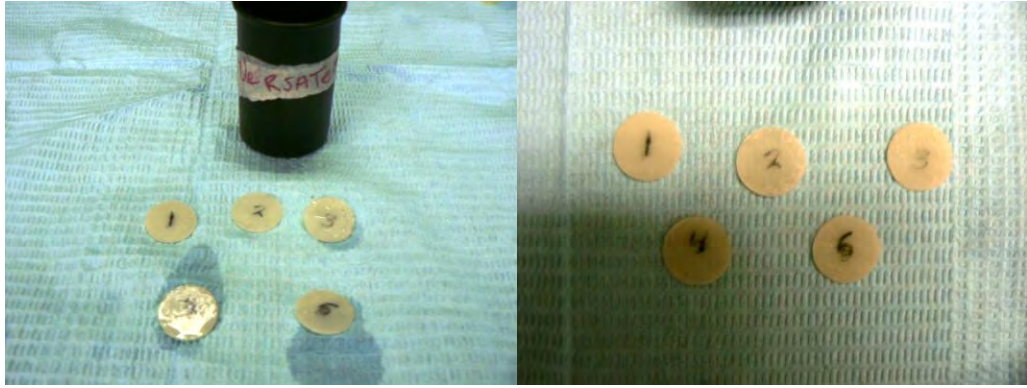


Imagen 11. Especímenes de Versatemp^{MR} húmedas 7 días después de la preparación del material y posteriormente secados a temperatura ambiente

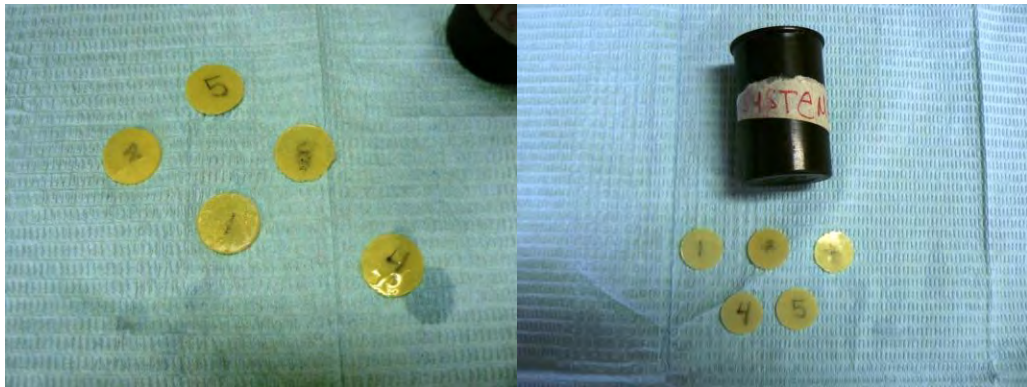


Imagen 12. System C&B^{MR} especímenes húmedos después de 7 días de preparación del material y posteriormente secados a temperatura ambiente.

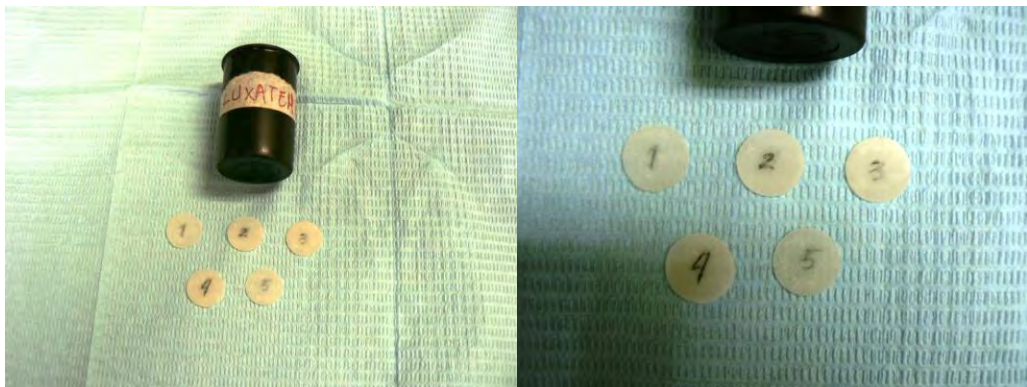


Imagen 13. Especímenes de Luxatemp^{MR} húmedos después de 7 días de preparado el material y posteriormente secados para las pruebas

La Sorción acuosa se expresó en microgramos por milímetros cúbico y se calculó de la siguiente manera:

$$W_{sp} = \frac{m_2 - m_3}{V}$$

Donde: m_2 es la masa del espécimen en microgramos, después de la inmersión por 7 días
 m_3 es la masa reacondicionada del espécimen, expresada en microgramos
 V es el volumen del espécimen, expresado en milímetros cúbicos

Si cuatro o cinco de los valores obtenidos son menores a $50\mu\text{g}/\text{mm}^3$, se declara que el material cumple con los requisitos.

Si dos o menos de los valores obtenidos están por debajo de los $50\mu\text{g}/\text{mm}^3$, se declara que el material falla.

Si tres de los valores está por debajo de los $50\mu\text{g}/\text{mm}^3$, se repite el ensayo hasta obtener mas de cuatro resultados menores a $50\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ⁽¹⁶⁾.



Imagen 14. Medición del diámetro de la muestra



Imagen 11. Medición del grosor de la muestra

La solubilidad se registró en microgramos por milímetro cúbico y se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$W_{sl} = \frac{m_1 - m_3}{V}$$

Donde: m_1 es la masa condicionada, en microgramos, antes de la inmersión en agua
 m_3 y V son los valores dados en la formula anteriormente descrita.

Si cuatro de los cinco resultados obtenidos están por debajo de los $5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, el producto es considerado aceptable

Si solo dos de los cinco valores obtenidos están por debajo de los $5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, el producto es rechazado ya que no satisface las especificaciones.

Si tres de los cinco valores están por debajo de los $5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$, el ensayo se repite hasta la obtención de cuatro resultados por debajo de los $5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ ⁽¹⁶⁾.



Imagen 12. Desecador



Imagen 18. Muestras dentro del desecador



Imagen 19. Báscula

12. RESULTADOS

12.1 SORCIÓN Y SOLUBILIDAD ACUOSA

A continuación presento los resultados obtenidos después de realizadas las pruebas, se observan tres tablas correspondientes a sorción y solubilidad acuosa, cada tabla expresa los resultados de cada una de las distintas marcas comerciales estudiadas, en unidades de gramos (g) y milímetros cúbicos (mm^3), posteriormente se presentan dos gráficas en las cuales se comparan los promedios de los resultados expresados en ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$), se comparan entre sí, y se verifican los resultados con los requisitos establecidos en la Norma 27 de la ADA los cuales indican que para sorción acuosa no debe ser mayor de $50\mu\text{g}/\text{mm}^3$ y la solubilidad debe ser menor a $5\mu\text{g}/\text{mm}^3$.

12.1.1 Luxatemp^{MR} de DMG

Nº	m1 (g)	m2 (g)	m3 (g)	V (mm^3)	Sorción ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)	Solubilidad ($\mu\text{g}/\text{mm}^3$)
1	0.0873	0.0871	0.0866	79.3676757	6.29	8.819
2	0.1381	0.1384	0.1375	108.383692	8.3	5.535
3	0.1426	0.1426	0.1415	97.1217598	11.3	11.32
4	0.1566	0.1564	0.1551	114.711648	11.3	13.076
5	0.093	0.0928	0.0921	129.549519	5.403	6.94
Prom	0.12352	0.12346	0.12256	105.826859	8.533	9.1
SD					2.748	3.088

Tabla 1 Resultados LUXATEMP^{MR}

12.1.2 Versatemp^{MR} de Sultan Healthcare

Nº	M1 (g)	M2 (g)	M3 (g)	V (mm ³)	Sorción (µg/mm ³)	Solubilidad (µg/mm ³)
1	0.1676	0.1679	0.1664	129.620933	11.572	9.257
2	0.134	0.1342	0.133	106.029	11.317	9.431
3	0.1618	0.162	0.1607	120.141936	10.82	9.155
4	0.1567	0.156	0.1545	134.688875	11.136	16.333
5	0.1603	0.1605	0.1592	129.549519	10.034	8.49
prom	0.15608	0.15612	0.15476	124.006053	10.9	10.5
SD					0.593	3.262

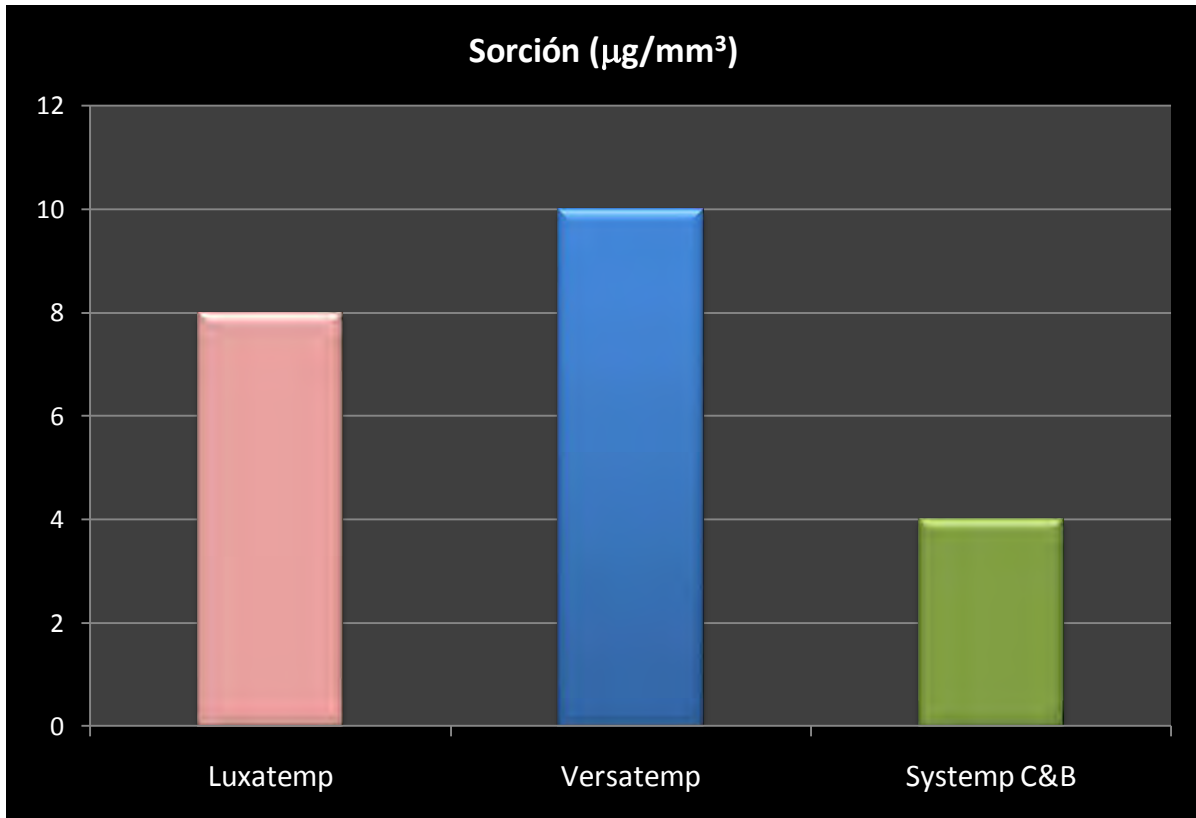
Tabla 2 Resultados VERSATEMP^{MR}

12.1.2 Systemp C&B^{MR} de Ivoclar Vivadent

Nº	m1 (g)	m2 (g)	m3 (g)	V (mm ³)	Sorción (µg/mm ³)	Solubilidad (µg/mm ³)
1	0.1444	0.1436	0.1432	104.26185	3.836	11.5
2	0.2074	0.2076	0.2069	137.749657	5.081	3.629
3	0.1376	0.1371	0.1368	98.363068	3.049	8.133
4	0.1654	0.1653	0.1648	114.86475	4.352	5.22
5	0.1613	0.1606	0.16	115.223354	5.207	11.282
prom	0.16322	0.16284	0.16234	114.092536	4.3	7.92
SD					0.897	0.401

Tabla 3 Resultados SYSTEMP C&B^{MR}

- GRÁFICAS COMPARATIVAS



Ilustraci3n 1. Promedios de Sorci3n acuosa obtenidos por las tres marcas comerciales estudiadas

En la Ilustraci3n1 observamos que las tres resinas est3n cumpliendo con la norma ya que el valor que 3sta exige es de $50\text{mg}/\text{mm}^3$; compar3ndolas entre s3 vemos que la resina que menor sorci3n presenta es SystempC&B^{MR}, osea que es la que menor cambio dimensional por sorci3n de agua presenta despu3s de estar expuesta a condiciones similares a la cavidad bucal durante 7 d3as.

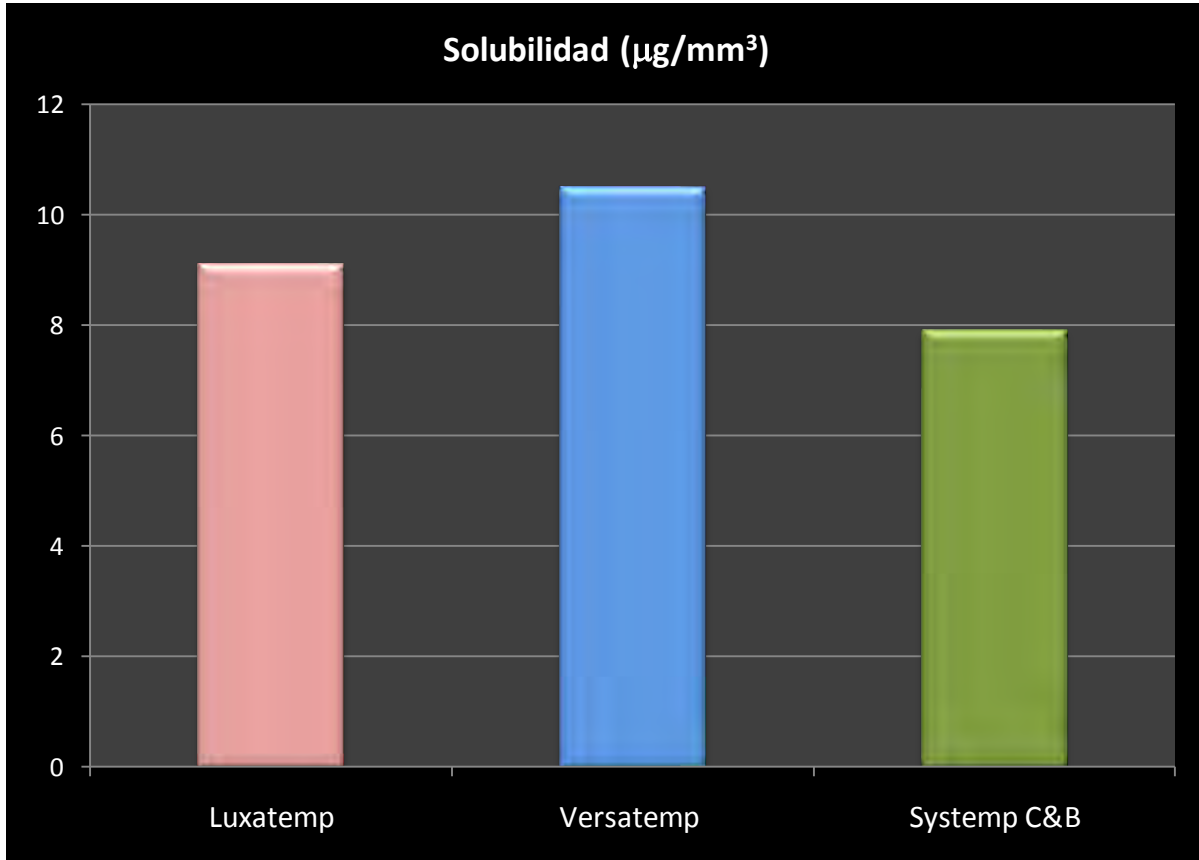


Ilustración 2. Promedios de Solubilidad Acuosa obtenidos por las tres marcas comerciales estudiadas

En cuanto a Solubilidad acuosa la norma indica que el valor máximo deberá ser $5\mu\text{g}/\text{mm}^3$, y como se puede observar en la Ilustración2, de Luxatemp^{MR}, Versatemp^{MR}, y Systemp C&B^{MR}, este último es el que menor solubilidad presenta, aunque ninguno de los tres materiales cumplen con el requisito mínimo de la Norma 27 de la ADA. És esta propiedad la que hace inestable este material, y por lo cuál se emplea principalmente como material provisional, y no definitivo.

12.2 PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

12.2.1 Luxatemp^{MR} de DMG

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos en las pruebas de Resistencia a la flexión correspondientes a Luxatemp^{MR}, cada una muestra el Módulo y la Resistencia a la Flexión obtenida por cada espécimen y al final de la tabla el promedio para el rango de tiempo y su desviación estándar.

12.2.1.1 Pruebas a 7 Días

No.	Módulo (MPa)	Resistencia a la Flexión (MPa)
1	4097	121.7
2	3291	68
3	3560	60.6
4	3898	63.1
5	3613	85.4
prom	3691.8	79.76
SD	312.621	25.366

12.2.1.2 Pruebas a 24h

No.	Módulo (Mpa)	Resistencia a la Flexión (Mpa)
1	2248	51.38
2	2249	49.74
3	2044	58.15
4	2257	62.27
5	2664	77.05
Prom	2292.4	59.718
SD	226.328	10.937

12.2.1.3 Pruebas a 4h

No.	Módulo (MPa)	Resistencia a la Flexión (MPa)
1	1339	39.7
2	1242	39.43
3	1378	49.05
4	1237	51.57
5	1316	42.11
Prom	1302.4	44.372
SD	61.574	5.592

12.2.1.4 Pruebas a 1h

No.	Módulo (MPa)	Resistencia a la Flexión (MPa)
1	775.9	30.48
2	1037	39.57
3	1040	34.84
4	770.4	22.8
5	1008	44.4
prom	926.26	34.418
SD	8.319	140.341

12.2.2 Versatemp^{MR} de Sultan Healthcare

Las siguientes tablas muestran los resultados obtenidos por Versatemp^{MR} en las pruebas de resistencia a la flexión, cada tabla pertenece a un tiempo distinto de realización de las pruebas, mostrando el Módulo y Resistencia a la Flexión de cada muestra y el promedio por cada tabla y su desviación estándar.

12.2.2.1 Prueba a 7 días

No.	Módulo (MPa)	Resistencia a la Flexión (MPa)
1	2367	66.64
2	2627	94.42
3	2056	74.11
4	3002	81.67
5	2853	87.08
Prom	2581	80.784
SD	379.065	10.851

12.2.2.2 Prueba a 24h

No.	Módulo (Mpa)	Resistencia a la Flexión (MPa)
1	1504	56.97
2	2006	73.06
3	2676	78.5
4	2282	83.19
5	2871	66.27
Prom	2267.8	71.598
SD	543.739	10.326

12.2.2.3 Prueba a 4h

No.	Módulo (MPa)	Resistencia a la Flexión (MPa)
1	2455	84.85
2	1421	54.45
3	1975	49.33
4	2605	64.78
5	2735	81.89
Prom	2238.2	67.06
SD	539.779	15.929

12.2.2.4 Prueba a 1h

No.	Módulo (MPa)	Resistencia a la Flexión (MPa)
1	1696	72.48
2	1766	74.48
3	1277	37.58
4	1854	74.85
5	1946	69.33
Prom	1707.8	65.744
SD	258.471	15.896

12.2.3 Systemp C&B^{MR} de Ivoclar Vivadent

A continuación se muestran los resultados correspondientes a SystempC&B^{MR} en la prueba de Resistencia a la Flexión, al igual que las anteriores, se indica el Módulo y la Resistencia a la Flexión en cada tabla por espécimen, y al final el promedio que se maneja por el tiempo de realización de la prueba junto con su desviación estándar.

12.2.3.1 Prueba a 7días

No.	Módulo (MPa)	Resistencia a la Flexión (MPa)
1	2882	77.11
2	2741	73.27
3	2732	50.27
4	2685	49.81
5	2358	76.27
Prom	2679.6	65.346
SD	194.253	14.046

12.2.3.2 Prueba a 24h

No.	Módulo (MPa)	Resistencia a la Flexión (MPa)
1	3616	58.11
2	2247	57.71
3	2288	52.05
4	1996	59.59
5	1569	31.05
Prom	2343.2	51.702
SD	766.853	11.895

12.2.3.3 Prueba a 4h

No.	Módulo (MPa)	Resistencia a la flexión (MPa)
1	1193	50.03
2	1261	51.17
3	1069	40.13
4	1288	46.43
5	1344	52.75
prom	1231	48.102
SD	105.601	5.027

12.2.3.4 Prueba a 1h

No.	Módulo (MPa)	Resistencia a la Flexión (MPa)
1	681.5	34.68
2	822.6	30.36
3	770.8	29.81
4	794.1	23.28
5	718.7	30.36
prom	757.54	29.698
SD	57.087	4.09

En las tablas presentadas anteriormente se observa que tanto la resistencia como el módulo de flexión van en aumento al igual que el tiempo transcurrido para la realización de la prueba, esto dado por que el material es autopolimerizable y con el paso del tiempo este material continúa polimerizando.

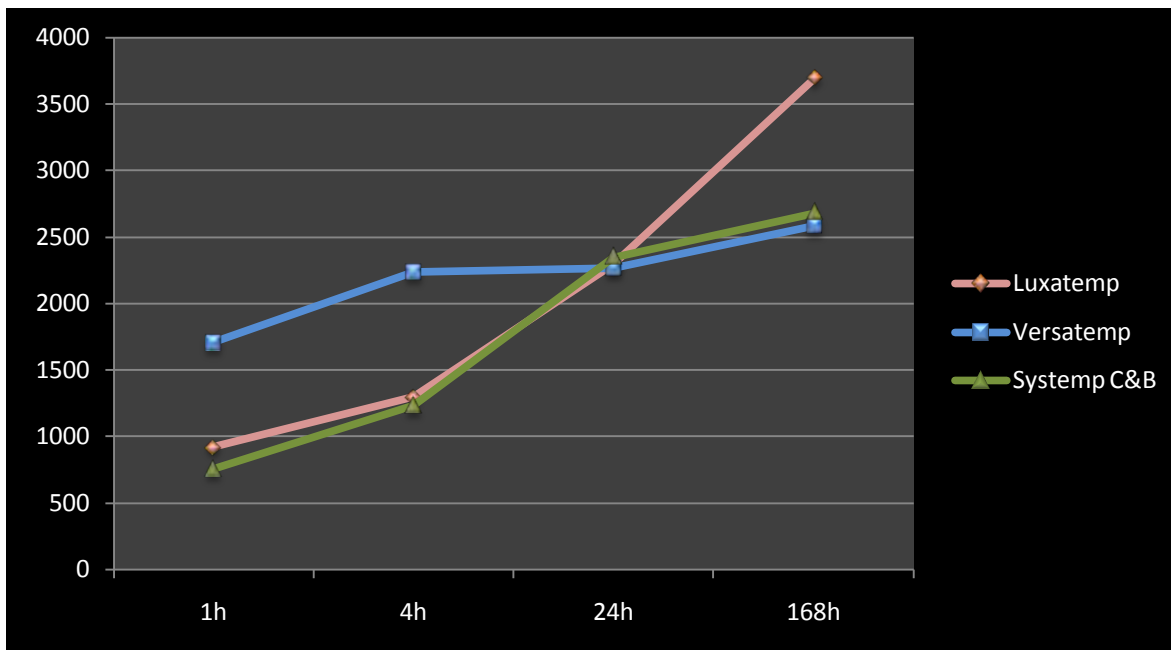


Ilustración 3. Comparación de los promedios del Módulo de Flexión obtenidos en las pruebas a 7 días, 24h, 4 h y 1h

En la Ilustración 3, podemos observar con mayor claridad el comportamiento de cada material en base al tiempo transcurrido de preparada la mezcla; a 1h se ve como el mayor Módulo de Flexión lo expresa Versatemp^{MR} y tanto Luxatemp^{MR} como Systemp C&B^{MR} se encuentran muy por debajo de ésta, a 4h se mantiene la misma tendencia aumentando el Módulo de Flexión de las tres resinas; a 24h las tres resinas presentan un cruzamiento en la gráfica, lo que indica que tienen un Módulo de Flexión similar entre ellas, y finalmente a 7 días, hay un cambio significativo, ya que Luxatemp^{MR} presenta un notable repunte, dejando atrás a Systemp C&B^{MR} y Versatemp^{MR} que a pesar de haber sido la de mayor resultado en las dos primeras pruebas termina a 7 días con un notable rezago, pero manteniendo una tendencia ascendente al igual que las otras dos resinas. O sea que, las tres marcas de resina estudiadas presentan un comportamiento ascendente mostrando su mejor resultado a 7 días de realizada la mezcla.

En cuanto a la Ilustración 4, podemos observar los resultados obtenidos en Resistencia a la Flexión, en los cuáles observamos que a 1h, la mayor fuerza recibida hasta fracturarse el espécimen fue por parte de Versatemp^{MR}, en cambio Luxatemp^{MR} y Systemp C&B^{MR} se quedan rezagadas siendo la primera de estas dos la que mejor resultado dio dejando atrás a Systemp C&B^{MR} que en la prueba a 4h presenta una ligera recuperación, aunque se mantiene la constante de Versatemp^{MR} en ser la resina que mejor resultado obtiene, constante que permanece en la prueba a 24h, una vez mas Versatemp^{MR} es la que mejor resultado expresa de las tres resinas estudiadas, en esta prueba se ve un cambio significativo en el resultado obtenido por Luxatemp^{MR} ya que presenta una notable recuperación gráfica que sin llegar a resultados tan altos como Versatemp^{MR} indica una notable mejoría en las pruebas, cabe mencionar que Systemp C&B^{MR} queda rezagada en la

prueba pero en ningún momento ha dejado de estar cumpliendo con los parámetros permitidos por la Norma 27 de la ADA para resinas compuestas; el último resultado obtenido fue el presentado a las 168h después de realizada la mezcla, o sea 7 días después, y en esta se aprecia una evidente recuperación por parte de Luxatemp^{MR} alcanzando notablemente el resultado obtenido por Versatemp^{MR} aunque este último sigue presentando el mayor resultado y finalmente Systemp C&B^{MR} asciende en comparación a su resultado anterior pero termina por debajo de las dos resinas antes mencionadas.

En general se aprecia que la curva expresada por Versatemp^{MR} es más constante y con un comportamiento más homogéneo en comparación al comportamiento expresado por las otras dos resinas estudiadas, lo cual nos indica que éste material tendrá un menor riesgo a fractura desde que se coloque la prótesis provisional hasta una semana después que las otras.

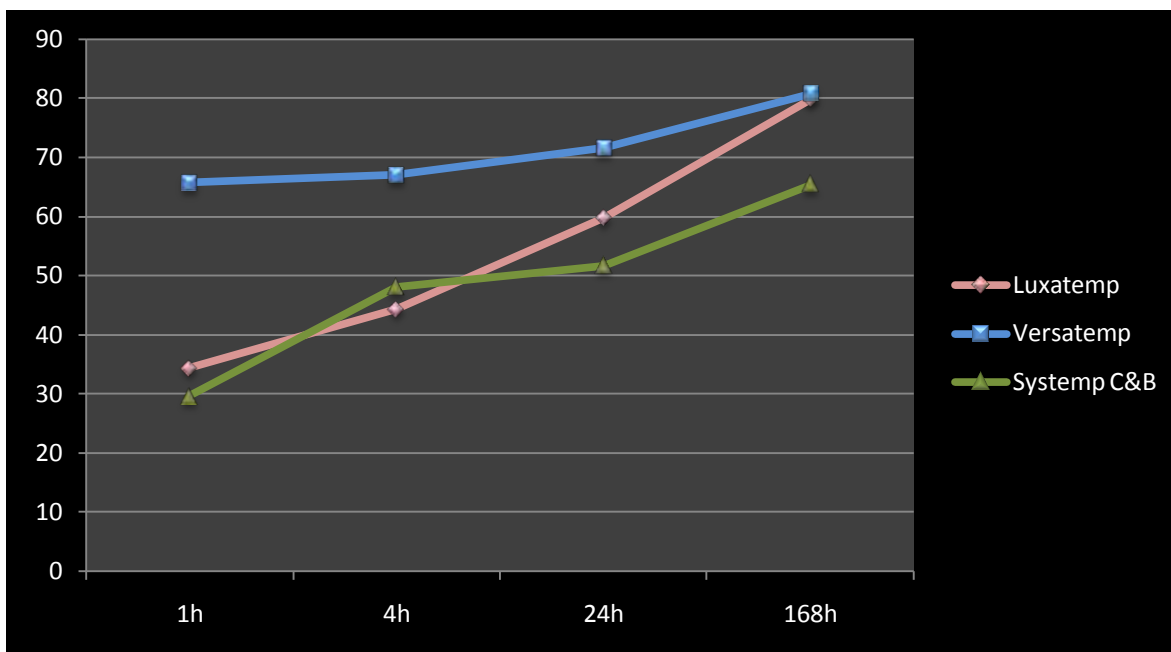


Ilustración 4. Resistencia a la Flexión obtenida por cada material en los distintos tiempos de la prueba 7 días, 24h, 4h, y 1h

Apegándonos a la Norma 27 de la ADA para resinas compuestas, esta dice que para determinar si un material es aceptado o no por dicha norma se realiza la siguiente ecuación:

$$N = (E \times 0.0025) + 40$$

Donde E = Módulo de flexión

Y se declara que el material cumple si $\sigma > N$.

Por tanto:

$$\text{Versatemp}^{\text{MR}} \quad N = 45.6695 < \sigma = 71.598$$

$$\text{Luxatemp}^{\text{MR}} \quad N = 45.731 < \sigma = 59.718$$

$$\text{Systemp C\&B}^{\text{MR}} \quad N = 45.858 < \sigma = 51.702$$

Con lo anterior descrito comprobamos que los tres materiales cumplen con el parámetro establecido para resistencia a la flexión por la Norma 27 de la ADA para resinas compuestas en las pruebas a 24h.

13. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

13.1 Sorción Acuosa

En este caso la diferencia entre los valores promedio de los tres grupos entre sí, presenta diferencias estadísticamente significativas. ($P = <0.001$)

Comparación	P<0.05
Versatemp vs Systemp C&B	si
Versatemp vs Luxatemp	no
Luxatemp vs Systemp C&B	si

13.2 Solubilidad Acuosa

La diferencia de los valores medios entre los grupos examinados no son suficientes para excluir la posibilidad de que la diferencia se debe a la variabilidad del muestreo aleatorio, por lo cual no hay diferencia estadísticamente significativa ($P=0.578$)

13.3 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

13.3.1 7 días

En el caso de las pruebas a 7 días la diferencia entre los valores promedio de las muestras de los tres grupos comparadas entre sí, presenta diferencias estadísticamente no significativas.

Comparación	P<0.05
Versatemp vs Systemp C&B	No
Versatemp vs Luxatemp	No
Luxatemp vs Systemp C&B	No

13.3.2 24h

Las pruebas realizadas a 24h presenta una diferencia de promedios entre los grupos examinados que no son suficientes para excluir la posibilidad de que la diferencia se debe a la variabilidad del muestreo aleatorio, por lo cual no presenta diferencia estadística significativa ($P=0.321$)

13.3.3 4h

Las pruebas realizadas a 4h arrojaron resultados en los cuales la diferencia entre los valores promedio de las muestras de los tres grupos comparadas entre sí, presenta diferencias estadísticamente no significativas.

Comparación	P<0.05
Versatemp vs Luxatemp	No
Versatemp vs Systemp C&B	No
Systemp C&B vs Luxatemp	No

13.3.4 1h

En este caso la diferencia entre los valores promedio de los tres grupos entre sí, presenta diferencias estadísticamente significativas. (P= <0.001)

Comparación	P<0.05
Versatemp vs Systemp C&B	Si
Versatemp vs Luxatemp	Si
Luxatemp vs Systemp C&B	No

13.4 MÓDULO DE FLEXIÓN

13.4.1 7 días

En cuanto a módulo de flexión, las pruebas realizadas a 7 días mostraron resultados en los cuales la diferencia entre los valores promedio de las muestras de los tres grupos comparadas entre sí, presenta diferencias estadísticamente significativas. (P= 0.004)

Comparación	P<0.05
Luxatemp vs Systemp C&B	Si
Luxatemp vs Versatemp	Si
Versatemp vs Systemp C&B	No

13.4.2 24 h

La diferencia de los valores medios entre los grupos examinados a 24 h no son suficientes para excluir la posibilidad de que la diferencia se debe a la variabilidad del muestreo aleatorio, por lo cual no hay diferencia estadísticamente significativa (P=0.168)

13.4.3 4 h

En el caso de las pruebas a 4 h la diferencia entre los valores promedio de las muestras de los tres grupos comparadas entre sí, presenta diferencias estadísticamente significativas. (P= 0.001)

Comparación	P<0.05
Versatemp vs Systemp C&B	Si
Versatemp vs Luxatemp	Si
Luxatemp vs Systemp	No

13.4.4 1 h

En las pruebas a 1h la diferencia entre los valores promedio de las muestras de los tres grupos comparadas entre sí, presenta diferencias estadísticamente significativas. (P= 0.001)

Comparación	P<0.05
Versatemp vs Systemp C&B	Si
Versatemp vs Luxatemp	No
Luxatemp vs Systemp	No

14. DISCUSIÓN

Nuestro estudio fue basado en pruebas de sorción y solubilidad acuosa, así como de resistencia a la flexión a 7 días, a 24h, 4h y 1h, ya que estos últimos son tiempos muy estandarizados en la colocación de una prótesis provisional, aunque la Norma 27 de la ADA para resinas compuestas solamente exige pruebas a 24h.

En un estudio realizado en febrero del 2002 por Debra Haselton y cols.⁽¹⁷⁾ Determinaron una resistencia a la flexión del Luxatemp^{MR} de 114.6 MPa, con la diferencia que ellos realizaron las cargas de la prueba 10 días después de la preparación del material, lo cual podría hacernos intuir que en comparación con nuestros resultados, probablemente este material posee mayor resistencia a la flexión con el paso del tiempo, debido a que el proceso de polimerización se ha continuado, ya que a 7 días nuestro resultado fuera de 79.76 MPa. Otro estudio en el que se realizaron pruebas de resistencia a la flexión, fue el publicado en 2008 por Markus Balkenhol⁽¹⁸⁾, en él indica módulos de flexión, obteniendo como resultados a 24h en Luxatemp^{MR} un módulo de flexión de 2487.3 MPa, que comparado con nuestros resultados a 24h en la misma resina fue de 2292.4 MPa lo que indica una gran aproximación entre ambos resultados. Refiriendonos a sorción y solubilidad acuosa, un estudio realizado por Al-Habahbeh⁽¹⁹⁾, determinó que las resinas bisacrílicas modificadas con fibra de polietileno presentaban mayor sorción ($13\mu\text{g}/\text{mm}^3$) en comparación con las que no tenían fibras de polietileno agregadas ($6\mu\text{g}/\text{mm}^3$), y la solubilidad acuosa era menor ($1\mu\text{g}/\text{mm}^3$) con refuerzo de fibras, que sin refuerzo ($2\mu\text{g}/\text{mm}^3$).

Pekka⁽²⁰⁾ realizó un estudio en el cuál a una resina autopolimerizable a base de PEMA le agregó un refuerzo de fibras de vidrio unidireccionales de $5\mu\text{m}$ de grosor lo cual aumentó la resistencia a la flexión de 71MPa a 466MPa, y el módulo de flexión de 2418MPa a 16749MPa a 24h de preparación del material, con este estudio, vemos que el refuerzo a base de fibras de vidrio aumenta considerablemente la resistencia a la flexión, pero al comparar este refuerzo de fibras de vidrio con la matriz de vidrio que presenta nuestro material es evidente que las fibras brindaran mayor resistencia al material, ya que están organizadas en una misma dirección y esto las hace tener un mejor comportamiento para resistir la fuerza ejercida en las pruebas de resistencia a la flexión, en cambio nuestro material es una matriz de vidrio con relleno de Metacrilato que en promedio obtuvo 61MPa en las prueba a 24h lo que nos indica que las moléculas de la matriz de vidrio no están orientadas en una misma dirección y esto lo hace menos resistente a la fuerza ejercida por estas pruebas.

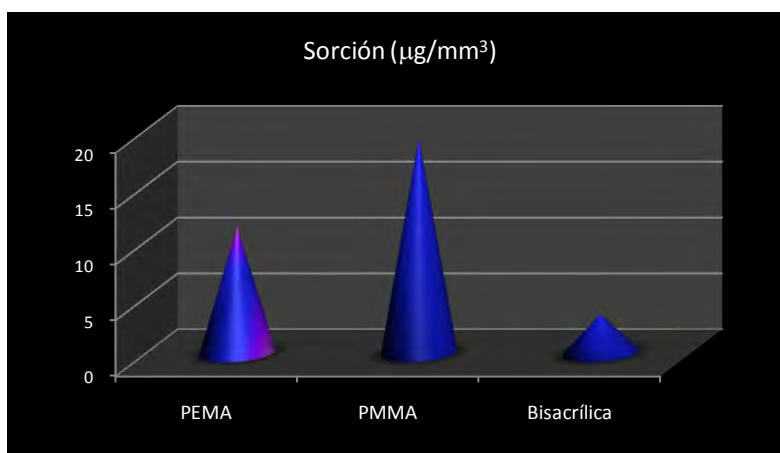
Por su parte Balkenhol⁽²¹⁾, estudió el comportamiento del Luxatemp^{MR} Solar, resina bisacrílica que se presenta en formula de fotopolimerizado, este material presentó una resistencia a la flexión de 110.1MPa y un Módulo de 3638.6MPa estos resultados en las pruebas a 24h, que en comparación con el Luxatemp^{MR} de autopolimerizado empleado por nosotros en las pruebas a 24h presentó una resistencia a la flexión de 59.718MPa y un módulo de 2292.4MPa, resultados que están muy por debajo de los expresados por el material fotopolimerizable, ya que por ser éste un material de activación por medio de energía de luz presenta una polimerización más rápida ya que si lo comparamos con los resultados obtenidos por Luxatemp^{MR} en las pruebas a 7 días donde ya existe una mejor polimerización, y las moléculas ya tienen una mejor cohesión, los resultados son 79.76MPa de resistencia a la flexión y 3691.8MPa de módulo.

Con respecto a solubilidad y sorción acuosa, Ehrenberg⁽²²⁾ menciona que la resina bisacrílica Provitec^{MR} después de haber estado sumergido en agua a 37°C por un año, presentó un desajuste de 10-20µm, lo que indica que la exposición prolongada de la resina bisacrílica a la humedad está asociado a desajustes marginales, comprobado en nuestro estudio, ya que la solubilidad de éstos materiales fue mayor del rango aceptado por la Norma 27 de la ADA.

En cuanto a resistencia a la flexión, en comparación con la Norma 27 de la ADA para resinas compuestas ninguna de las tres marcas tiene problemas para cumplir los requisitos mínimos, aunque en este estudio se realizaron pruebas a contranorma ya que aparte de las pruebas a 24h, se realizaron pruebas a 1h, 4h, y 7días, dando resultados muy interesantes brindando así un panorama más concreto en cuanto al comportamiento de las resinas, dejando notar que la resina más estable en cuanto a resistencia a la flexión es Versatemp^{MR} de Sultan Healthcare, ya que la curva expresada en la grafica es ascendente presentando una diferencia de 15MPa entre las pruebas a 1h y las de 7días, a comparación de la resina de Ivoclar Vivadent, SystemC&B^{MR}, que la resistencia a la flexión fue menor en las cuatro fases del material, y expresó una diferencia de 35MPa entre las pruebas a 1h y las de 7días. La resina Luxatemp^{MR} de DMG, expresa una curva ascendente dando el mejor rendimiento en la prueba a 7días pero, y la diferencia que esta resina expresa entre las pruebas a 1h y a 7 días es de 45MPa, sin embargo las tres marcas de resina bisacrílica estudiadas se encuentran cumpliendo con los parámetros establecidos por la Norma 27 de la ADA.

Se realizó a su vez el cálculo del módulo a la flexión de cada una de las resinas y una vez más la resina más constante fue Versatemp^{MR} de Sultan Healthcare, que sin llegar a dar el mejor resultado, 2581 MPa, es la que más estabilidad posee a 1h, 4h, 24h, y 7días. Por su parte, System C&B^{MR} de Ivoclar Vivadent expresa una curva ascendente de 1hr hasta 7días, dando un resultado de 2679.6MPa en la prueba a 7días, aunque la curva con mayor ascendencia fue la expresada por Luxatemp^{MR} de DMG, ya que su módulo de flexión a 7días fue el mayor de las tres marcas estudiadas con 3691.8 MPa en las pruebas realizadas a 7 días después de preparado el material.

Suleyman⁽²³⁾ compara sorciones y solubilidades de 10 distintas resinas de entre las cuales emplea tres autopolimerizables a base de PMMA y una autopolimerizable a base de PEMA, y dice que los componentes que solubilizan son los iniciadores, plastificantes y el monómero libre, por lo tanto mientras mayor sea la proporción de estos ingredientes, mayor será la solubilidad de las resinas y determina que no hay una correlación directa entre la sorción acuosa y la solubilidad. Por mi parte



tomé los resultados que el Dr. Suleyman obtuvo con respecto a las 4 resinas autopolimerizables que

Ilustración 5. comparativo de Bisacrílicas, resultados obtenidos en este estudio, con los resultados obtenidos en sorción acuosa de materiales autopolimerizable a base de PEMA y PMMA por el Dr. Suleyman

empleó para determinar un promedio de sorción acuosa de $19.26\mu\text{g}/\text{mm}^3$ en los materiales a base de PMMA, el material empleado a base de PEMA tuvo una sorción acuosa de $11.33\mu\text{g}/\text{mm}^3$, los cuales son mayores en comparación con el promedio de sorción acuosa obtenido por las resinas bisacrílicas que es de $7.3\mu\text{g}/\text{mm}^3$ (ilustración 5); en cambio la solubilidad obtenida por los materiales a base de PMMA fue de $2.38\mu\text{g}/\text{mm}^3$, y la resina a base de PEMA tuvo una sorción de $1.04\mu\text{g}/\text{mm}^3$, en contraste las resinas bisacrílicas

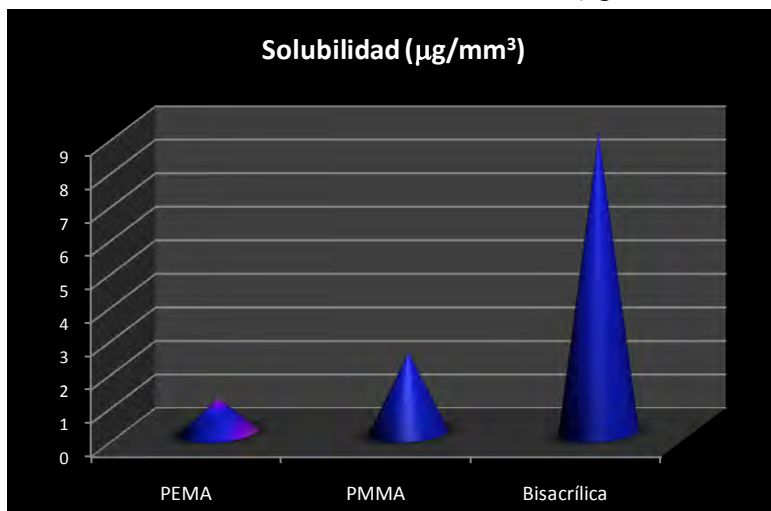


Ilustración 6. Cuadro comparativo de los resultados de Bisacrílicas obtenidos en este estudio contra PEMA y PMMA, según los resultados de solubilidad obtenidos por el Dr. Suleyman

presentaron mayor solubilidad con un promedio de $8.96\mu\text{g}/\text{mm}^3$ (ilustración 6), con lo que refuerza la teoría del estudio previo en el cual menciona que no existe correlación entre la sorción acuosa y la solubilidad, y que probablemente la alta solubilidad que presentan las resinas bisacrílicas esté dada por el relleno de metacrilatos funcionales, ya que según Suleyman, son los que mayor solubilidad presentan al reaccionar.

En cuanto a la Norma 27 de la ADA en su última actualización menciona que

la solubilidad no debe exceder de $5\mu\text{g}/\text{mm}^3$, sin embargo cuando se inició el estudio el valor a no exceder era de $7.5\mu\text{g}/\text{mm}^3$, valor que era rebasado por las tres resinas ya que Sultan Healthcare Versatemp^{MR}, dio un resultado de $10\mu\text{g}/\text{mm}^3$, la resina de DMG, Luxatemp^{MR} que presentó $8.5\mu\text{g}/\text{mm}^3$ y la resina de Ivoclar Vivadent, Systemp C&B^{MR}, que presentó $7.9\mu\text{g}/\text{mm}^3$ permaneciendo todas fuera del rango establecido por la Norma. A pesar de la modificación realizada a la Norma 27 de la ADA, esta no influyó en los resultados, ya que todas las resinas continúan excediendo el valor determinado a solubilidad.

La Norma 27 de la ADA para resinas compuestas indica como límite para Sorción acuosa $50\mu\text{g}/\text{mm}^3$, y después de realizadas las pruebas, las tres resinas estudiadas cumplen con éste parámetro ya que Versatemp^{MR} presentó una sorción acuosa de $10\mu\text{g}/\text{mm}^3$, Luxatemp^{MR} $8\mu\text{g}/\text{mm}^3$ y finalmente Systemp C&B^{MR} $4\mu\text{g}/\text{mm}^3$, dejando una vez más en evidencia que la resina de Ivoclar es la que mejor resultados obtuvo en cuanto a solubilidad y sorción acuosa

15. CONCLUSIONES

Refiriéndonos a sorción acuosa, como ya se mencionó previamente, esta propiedad afecta en forma directa a la prótesis provisional provocando desajustes marginales, así como mayor retención de microorganismos y restos de alimentos; en el estudio se evidencia la capacidad de sorción acuosa del Versatemp^{MR} ya que fue la resina que mayor sorción obtuvo, que junto con Luxatemp^{MR} presentaron resultados poco favorables para el empleo de estas resinas; en comparación con Systemp C&B^{MR} que al presentar la menor sorción de las tres resinas nos advierte que es una resina confiable en su uso para evitar las consecuencias antes mencionadas provocadas por la sorción acuosa, así como también nos da a suponer el buen acabado y pulido que puede llegar a presentar, las tres resinas cumple con la Norma 27 de la ADA para resinas compuestas.

La solubilidad afecta en gran medida por cambios dimensionales del material, ocasionando así desajustes marginales. En esta prueba Luxatemp^{MR}, Versatemp^{MR}, y Systemp C&B^{MR} presentan una solubilidad alta en comparación a la Norma 27 de la ADA para resinas compuestas, evidenciando así los probables desajustes a nivel de la terminación en una posible prótesis provisional, logrando con esto exponer dicha terminación de la preparación del diente en su empleo por un periodo prolongado.

Refiriéndonos a resistencia a la flexión, decimos que ésta es la carga máxima que puede recibir un cuerpo antes de ser fracturado⁽²⁴⁾, por lo tanto, mientras mayor sea la resistencia a la flexión que presenten nuestras resinas, menor será el riesgo de fractura por parte de la prótesis provisional. En las pruebas de resistencia a la flexión realizadas a las tres resinas Versatemp^{MR} es la resina con mayores y mejores resultados tanto a 7 días como a 24h, 4h y 1h, o sea que presentará un mejor comportamiento desde cementada la prótesis provisional hasta el término de la prótesis definitiva; en comparación, las resinas Luxatemp^{MR} y Systemp C&B^{MR} presentan un satisfactorio comportamiento dentro de la Norma 27 de la ADA para resinas compuestas.

Finalmente el haber realizado pruebas a 7 días, 24h, 4h y 1h para la resistencia a la flexión fue de gran utilidad por que se deduce que gracias a que los materiales son autopolimerizables, esta propiedad al paso del tiempo resulta mayor y las prótesis provisionales presentan un mejor comportamiento.

Con este estudio damos a conocer las propiedades que presentan las resinas bisacrílicas y ya será responsabilidad del clínico tomar la decisión de que marca comercial empleará considerando las necesidades del paciente y el comportamiento que desea esperar por parte de la resina bisacrílica empleada.

16. BIBLIOGRAFÍA

1. Mallat-Desplats E., *Fundamentos de estética bucal en el grupo anterior*, Ed. Quintessence 2001.
2. Kobayashi Arturo, Loza Fernández, *Manual de procedimientos clínicos Prótesis Fija*, Universidad Peruana Cayetano Hereida, 1997, págs. 21-28.
3. Shillinburg, *Fundamentos esenciales de prótesis fija*. 3ª Ed. Quintessence; 2000.
4. Craig Robert, *Materiales de odontología Restauradora*, 10ª Ed. Harcourt Brace, 1998.
5. Carvajal Juan Carlos, *Prótesis Fija; Preparaciones biológicas, impresiones y restauraciones provisionales*, Ed. Mediterráneo, pág. 111-140.
6. 3M ESPE, *Protemp Crown Temporization Material, Clinical Cases Studies*, 3M, 2007.
7. 3M ESPE, *Protemp Plus*, Technical Data Sheet, 3M 2008.
8. Mues Sebastian, *Surface finish of temporary crowns and bridges with Luxatemp-Glaze & bond*, DMG, Abril 2008, pages 1-2.
9. Bérbis-Agut Vicente, *Estudio preliminar sobre el uso de “provisionales envolventes”*, RCOE, 2005, Vol. 10, N° 2, page 145-157.
10. Saishio Ortiz Hiroshi, *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, Vol. 8, Núm. 3, pp 70-74, Septiembre 2004.
11. VOCO GmbH, *Structur 2 SC, Scientific Product Information*, page 2.
12. Barceló Federcio Humberto, Palma Calero Mario, *Materiales Dentales; conocimientos básicos aplicados*, Trillas, 2003, México DF, pág. 97-102.
13. Scientific documentation, System C&B, Ivoclar Vivadent AG, July 2001.
14. http://airforcemedicine.afms.mil/idc/groups/public/documents/afms/ctb_109750.pdf, 11 septiembre del 2009.
15. http://www.oculeus.hu/kepek/letoltes/luxatemp_termek_en.pdf, 11 septiembre del 2009.
16. American Dentistry Asociation Norma 27 ADA.
17. Debra R. Haselton, *Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resin*, The Journal Of Prosthetic Dentistry, Volume 87, Issue 2, pages 225-228, February 2002.
18. Markus Balkenhol, *Mechanical properties of provisional crown and bridge materials: Chemical-curing versus dual-curing systems*, The Journal of Dentistry, Volume 36, Issue 1, pages 15-20, 2008.
19. Riyadh Al-Habahbeh, *Water absorption and solubility of provisional crown and bridge: The Effectof the inclusion of polyethylene fibers*, JRMS, Volume 14, Number 1, pages 17-21, April 2007.
20. Pekka Vallittu, *Flexural properties of acrylic resin polymers reinforced with unidirectional and woven glass fibers*, The Journal of Prosthetic Dentistry, Volume 81, Issue 3, Pages 318-326.

21. M. Balkenhol and cols, *Mechanical properties of provisional crown and bridge materials: Chemical-curing versus dual-curing systems* Journal of Dentistry, Volume 36, Issue 1, Pages 15-20.
22. David Ehrenberg, *Long-term effects of storage and thermal cycling on the marginal adaptation of provisional resin crowns: A pilot study*, The Journal of Dentistry, Volume 95, Issue 3, pages 230-236, March 2006.
23. Suleyman Hakan Tuna and cols, *The evaluation of water sorption/solubility on various acrylic resin*, European Journal of Dentistry, 2008 July, Pages 191-197.
24. Barceló Federcio Humberto, Palma Calero Mario, *Materiales Dentales; conocimientos básicos aplicados*, Trillas, 2003, México DF, pág. 40-42.