



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

**EFFECTO DE LA FATIGA TÉRMICA EN LA
RESISTENCIA ADHESIVA DE DOS MEDIOS
CEMENTANTES AUTOADHESIVOS**

Effect of thermal fatigue on the bond strength of two self-adhesive
resin cements

**Trabajo de Investigación para obtener el Título de
Cirujano Dentista**

Autores:

Diana Estefanny Baca Mendo
Ariana Andrea Benavides García

Lima - Perú

2019

JURADO EXAMINADOR

| | |
|------------------------|-------------------------------------|
| Jurado Coordinador: | PhD. Lidia Yileng Tay Chu-Jon |
| Jurado: | Dr. Víctor Abel Huanambal Tiravanti |
| Jurado: | Dra. Elizabeth Rosario Casas Chávez |
| Fecha de Sustentación: | 05/12/19 |
| Calificación: | Aprobado |

ASESOR

Dr. Miguel Ángel Saravia Rojas

Departamento Académico de Clínica del Adulto

DEDICATORIA

A nuestros padres por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

- A nuestro asesor; Dr. Miguel Ángel Saravia Rojas por habernos guiado en el transcurso de esta investigación.

DECLARACIONES Y CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

TABLA DE CONTENIDOS

| | Pág. |
|----------------------------------|-------------|
| I. Introducción | 1 |
| II. Objetivos | 4 |
| III. Materiales y Métodos | 5 |
| IV. Resultados | 8 |
| V. Discusión | 10 |
| VI. Conclusiones | 12 |
| VII. Recomendaciones | 13 |
| VIII. Referencias Bibliográficas | 14 |
| IX. Tablas | 18 |
| X. Anexos | 21 |

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto de la fatiga térmica en la resistencia de unión de dos medios cementantes autoadhesivos. **Métodos y Materiales:** Estudio observacional, descriptivo, retrospectivo y transversal. Se utilizó la base de datos de un estudio previo. Los datos proporcionados corresponden a los resultados de las pruebas mecánicas realizadas a 4 grupos controles de 2 cementos empleados con y sin aplicación de termociclado. Cada grupo estuvo conformado por 24 especímenes, distribuidos en 8 bloques de 3 repeticiones cada bloque, dando un total de 96 muestras para la evaluación. Se ordenaron las variables en una tabla de Excel y se dividieron en 4 grupos; Grupo 1: MaxCem Elite, Kerr sin termociclado, Grupo 2: MaxCem Elite, Kerr con termociclado, Grupo 3: RelyX U200, 3M sin Termociclado y Grupo 4: RelyX U200, 3M con Termociclado. Se analizaron los resultados de acuerdo a las variables: resistencia de unión, agente cementante y fatiga térmica, mediante pruebas estadísticas paramétricas (T-Student) y no paramétricas (U de Mann-Whitney) con un nivel de confianza de 95% y un $p < 0.05$, usando el paquete estadístico SPSS 23. **Resultados:** Se puede evidenciar que en ambas comparaciones el cemento RelyX U200, 3M presenta mayores valores de resistencia con y sin termociclado que el cemento MaxCem Elite, Kerr. Sin embargo, los dos cementos se ven afectados en los valores de resistencia con la presencia de termociclado, siendo así la diferencia de aproximadamente de 10 veces mayor (12.62 MPa vs 1.30 Mpa) . Además, solo el 10.41% total de muestras obtuvieron valores diferentes a 0 en resistencia de unión, indicando que el resto se desprendieron espontáneamente. **Conclusión:** La fatiga térmica tiene un efecto negativo en la resistencia de unión de ambos cementos resinosos autoadhesivos (MaxCem Elite, Kerr y Rely X U200, 3M).

Palabras claves: Cementos dentales, adhesión dental, fatiga (DeCS).

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of thermal fatigue on the strength of the union of two self-adhesive resin cements. **Methods and Materials:** Observational, descriptive, retrospective and cross-sectional study. The database of a previous study was used. The data provided correspond to the results of the mechanical tests performed on 4 control groups of 2 cements used with and without thermocycling application. Each group consisted of 24 specimens, distributed in 8 blocks of 3 repetitions each block, giving a total of 96 samples for evaluation. The variables were ordered in an Excel table and divided into 4 groups; Group 1: MaxCem Elite, Kerr without thermocycling, Group 2: MaxCem Elite, Kerr with thermocycling, Group 3: RelyX U200, 3M without Thermocycling and Group 4: RelyX U200, 3M with Thermocycling. The results were analyzed according to the variables: bond strength, luting agent and thermal fatigue, by means of parametric (T-Student) and non-parametric (U de Mann-Whitney) statistical tests with a 95% confidence level and a $p < 0.05$, using the statistical package SPSS 23. **Results:** It can be shown that in both comparisons RelyX U200, 3M cement has higher resistance values with and without thermocycling than MaxCem Elite, Kerr cement. However, the two cements are affected in the resistance values with the presence of thermocycling, thus being the difference of approximately 10 times greater (12.62 MPa vs 1.30 Mpa). In addition, only 10.41% of total samples obtained values other than 0 in bond strength, indicating that the rest were spontaneously detached. **Conclusion:** Thermal fatigue has a negative effect on the bond strength of both self-adhesive resin cements (MaxCem Elite, Kerr and Rely X U200, 3M).

Keywords: Dental cements, dental adhesion, fatigue (DeCS).

I. INTRODUCCIÓN

Las restauraciones indirectas demandan del uso de medios cementantes para garantizar su unión al sustrato dentario (1). Los procedimientos terapéuticos brindan en este momento al facultativo la posibilidad de optar diferentes tipos de medios cementantes para lograr este cometido.

En el área de la odontología los cementos son definidos como la combinación de partículas de polvo que se unen generalmente a un líquido. Posteriormente, este es aplicado sobre el diente y la restauración, donde se busca que fragüe en un tiempo apropiado, para así lograr cualidades de resistencia mecánica y tenacidad. La clasificación de los cementos dentales puede agruparse según su propiedad de adherencia en: no adhesivos y adhesivos (2), dentro de los cuales los cementos resinosos; se encuentran en este último grupo, los cuales pueden dividirse según el tamaño de las partículas, por su forma de activación o por el sistema adhesivo que requiere (3).

Los medios cementantes resinosos autoadhesivos han demostrado adecuadas conductas adhesivas en los sustratos dentarios. Su fácil manejo y adecuada resistencia de unión han hecho que sea muy útil su uso en la clínica diaria. Como requisito indispensable se busca que los cementos dentales tengan propiedades de adhesividad donde se garantice la integración a la estructura dentaria (4).

Se define como adhesión a la condición donde se produce fuerza de tipo químico-eléctrica, generada entre dos componentes con diferente contenido químico (5), en la cual existe una unión entre diente–cemento–restauración, que garantiza la estabilización de la estructura dental residual así como de la propia restauración (6). Es por ello, que para conseguir adecuadas propiedades de unión y mayor longevidad

en los materiales que el operador vaya a emplear debemos conocer la conducta física cuando estos se someten a condiciones que tienden a degradarlos. De esta manera, se ha optado para simular de manera In Vitro y de forma controlada mediante estudios de laboratorio el envejecimiento de los materiales dentales en la cavidad oral, uno de estos métodos es el de la fatiga térmica.

La fatiga térmica, forma parte de la problemática al momento de hablar de resistencia en la adhesión de los cementos, puesto que la cavidad bucal es un medio que constantemente está sometido a cambios de temperatura, que favorecen a que se dé este fenómeno físico. Mediante el termociclado, es posible determinar el fenómeno de fatiga térmica y para ello, es necesario que se manifiesten dos acontecimientos. Siendo el primero, la oscilación de la temperatura y en segundo lugar reducción mecánica dada por ciclos (7).

Se sugiere según la norma de ISO TR 11450 (8), que se usen 500 ciclos; sin embargo investigadores al haber realizado pruebas de esta categoría no evidenciaron cambios sustanciales en la resistencia de unión, es por ello que deberíamos considerar tener un mayor número de ciclos. Ya que si queremos demostrar la longevidad de estos materiales a lo largo de un año, estos deben aproximarse a 10 000 ciclos respectivamente (9).

En cuanto a los niveles de temperatura se ha demostrado que la que mejor se asemeja a la cavidad oral es la de 5 a 55°C. Donde las muestras deben ser sumergidas según la norma ISO por lo menos 20 segundos en cada temperatura (8).

Esto conlleva a una situación de estrés para el material provocando que con el tiempo se generen micro ranuras donde favorece la entrada y filtración de sustancias al mismo. Como consecuencia de ello, es posible que afecte el grado de adhesividad de los cementos (10,11).

Se evidencia en la literatura que este tipo de cementos se destacan sobre otros por poseer mejores propiedades de adhesión y elevada resistencia (12,13). Sin embargo, pocos estudios en la odontología moderna demuestran si estas propiedades son lo suficientemente eficientes para soportar mecanismos de falla como la fatiga térmica.

Los cementos resinosos autoadhesivos no son los únicos cementos disponibles dentro de los materiales dentales que emplea el odontólogo, es por ello tener en cuenta la importancia de la durabilidad del material frente a estas pruebas de envejecimiento para garantizar una mejor calidad de tratamiento.

Por lo expuesto anteriormente, este estudio compara dos sistemas cementantes resinosos autoadhesivos mediante la demostración de su comportamiento ante la fatiga térmica, con el fin de brindar al profesional la mejor alternativa al momento de realizar la práctica operatoria en el consultorio.

En el presente estudio se optó por hacer uso del cemento MaxCem Elite, Kerr y RelyX U 200, 3M, debido a la mayor cantidad de información en la literatura por este último por ser uno de los primeros en el mercado, ya que en la actualidad existen 15 agentes cementantes con diferente composición química de distintas casas comerciales, lo cual nos incentiva a seguir investigando (14, 15,16).

II. OBJETIVOS

Objetivo general:

Evaluar el efecto de la fatiga térmica en la resistencia de unión de dos medios cementantes autoadhesivos.

Objetivos específicos:

1. Evaluar la resistencia de unión del cemento MaxCem Elite, Kerr[®] con y sin termociclado.
2. Evaluar la resistencia de unión del cemento RelyX U200, 3M[®] con y sin termociclado.
3. Comparar la resistencia de unión entre los medios cementantes resinosos autoadhesivos MaxCem Elite, Kerr[®] y RelyX U200, 3M[®] con y sin termociclado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño del presente estudio es de tipo observacional, descriptivo, retrospectivo y transversal.

La base de datos que se utilizó para la evaluación de la resistencia de unión de los dos cementos resinosos autoadhesivos sometidos a fatiga térmica, fueron proporcionados en formato PDF por el estudio con código SIDISI 65522.

Los datos proporcionados corresponden a los resultados de las pruebas mecánicas realizadas a 4 grupos controles donde se emplearon 2 cementos de distinta composición química (Anexo 1), los cuales fueron; MaxCem Elite, clear, con No. Lote 5365521, KERR, SYBRON, California, USA; y RelyX U200, translucido, No Lote: 1513100207, 3MESPE, St. Paul, MN, USA. con y sin aplicación de termociclado. Cada grupo estuvo conformado por 24 especímenes, distribuidos en 8 bloques de 3 repeticiones cada bloque, dando un total de 96 muestras para la evaluación.

Para ello, es necesario saber que en este estudio previo para cada tipo de cemento se prosiguió según el protocolo establecido por el fabricante.

El tratamiento de termociclado o fatiga térmica consistió en la aplicación 5,000 ciclos de 30 segundos cada ciclo, desde 5°C hasta 55°C, que posteriormente fueron sometidos a una prueba mecánica utilizando una máquina de ensayo universal marca Instron, modelo 4411, USA el cual se aplicó una fuerza de 50 Newton a una velocidad de 1 mm/min, el espécimen recibió esta carga en la zona de unión entre el cemento y el esmalte del diente. Se determinó la carga en Newton al momento de la fractura, estos datos luego fueron expresados en MicroPascuales, MPa (Newton/cm²).

Con autorización del autor (Anexo 2), se procedió a ordenar las variables en una tabla en formato de Excel (Anexo 3), donde se les asignó un código a la variable “Agente cementante” siendo 1= RelyX U200, 3M y 2= MaxCem Elite, Kerr,

mientras que a la variable “Fatiga térmica” el código 1= Con Termociclado y 2= Sin termociclado. Se dividió en 4 grupos;

| Tipo de cemento | Prueba de Fatiga térmica | |
|--------------------|--------------------------|------------------|
| | Sin termociclado | Con termociclado |
| MaxCem Elite, Kerr | Grupo 1 (G1) | Grupo 2 (G2) |
| RelyX U200, 3M | Grupo 3 (G3) | Grupo 4 (G4) |

Para todos los analisis se utilizó el paquete estadístico SPSS 23. Para determinar si existe diferencia entre estos 4 grupos se procedió a realizar un análisis bivariado, para ello se determinó primero la distribución normal utilizando la prueba de bondad de ajuste de Shapiro- Wilks con $p > 0.05$.

De acuerdo a los resultados de análisis de distribución, se utilizaron pruebas paramétricas (T-student) y no paramétricas (U de Mann-Whitney) con un nivel de confianza de 95%. y $p < 0.05$.

Se procedió a realizar el análisis correspondiente (paramétrico y no paramétrico) entre las posibles combinaciones, según la siguiente distribución:

G1 vs G2 (Análisis No paramétrico)

G1 vs G3 (Análisis Paramétrico)

G1 vs G4 (Análisis No paramétrico)

G2 vs G3 (Análisis No Paramétrico)

G2 vs G4 (Análisis No Paramétrico)

G3 vs G4 (Análisis No Paramétrico)

Este estudio registrado con código SIDISI 103642, fue aprobado por el Comité Institucional de Ética de Animales (CIEA) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia con fecha 11 de marzo del 2019. (Anexo 4).

IV. RESULTADOS

En la Tabla 1, se calculó la media aritmética, desviación estándar y los respectivos valores mínimos y máximos para cada agente cementante según la aplicación de termociclado o sin termociclado, donde se obtuvo que el agente cementante RelyX U200, 3M con termociclado presenta un promedio (X) de 1.30 MPa con una desviación (DE) de 3.85 MPa, valores mínimo (Min) de 0 MPa y máximo (Max) de 15.54 MPa. Mientras que el mismo cemento sin termociclado, presentan valores mayores de X de 12.62 MPa con una desviación de 5.87 MPa con un valor máximo de 28.79 MPa.

Por otro lado, el cemento MaxCem Elite, Kerr con termociclado obtuvo valores de 0.14 MPa con una desviación mínima de 0.55 MPa y con un valor máximo de 2.61 MPa. Sin embargo, cuando no está sometido al termociclado obtuvo valores elevados de resistencia con un promedio de 10.21MPa, una desviación de 5.11 MPa con un valor máximo de 19.24 MPa. (Tabla 1)

Comparando el cemento RelyX U200, 3M con termociclado y MaxCem Elite, Kerr con termociclado, presentan valores promedios de 1.30 MPa y 0.14 MPa, respectivamente. Mientras ambos sin termociclado presentan valores promedio de 12.62 MPa para el cemento RelyX U200, 3M y 10.21 MPa para el cemento MaxCem Elite, Kerr. (Tabla 1)

En ambas comparaciones el cemento RelyX U200, 3M presenta mayores valores de resistencia con y sin termociclado que el cemento MaxCem Elite, Kerr. Sin embargo, los dos cementos se ven afectados en los valores de resistencia con la presencia de termociclado, siendo así la diferencia de aproximadamente de 10 veces mayor (12.62 MPa vs 1.30 Mpa). (Tabla 1)

En la tabla 2, se observa un resumen de los cruces de cada posible combinación entre los 4 grupos (G1 vs G2, G1 vs G3, G1 vs G4, G2 vs G3, G2 vs G4, G3 vs G4), con la respectiva prueba de significancia que se le aplicó según el tipo de distribución de normalidad. Donde G1 vs G3, se obtuvo valores de $p > 0.05$. Por lo tanto, se concluye que no hay diferencia estadísticamente significativa. En el G2 vs G4, se obtiene un valor $p > 0.05$, por lo que no hay diferencia estadísticamente

significativa. En la comparación de los valores de los G1 vs G2, los valores obtenidos son $p < 0.05$. Se concluye que es estadísticamente significativo.

En G3 vs G4 donde p es menor 0.05, es concluyente que hay diferencia estadísticamente significativa. El resto de grupos comparados no guardan relación para un uso útil en la práctica, por lo que se omitieron los resultados obtenidos. (Tabla 2)

En la tabla 3, se describe el porcentaje de muestras que obtuvieron valores diferentes a 0 en cuanto a resistencia de unión después de haber experimentado el termociclado según cada agente cementante. Los valores que obtuvieron 0 corresponden a aquellas muestras que presentaron un desprendimiento espontáneo, siendo así, no permitiendo la obtención los valores de resistencia. Esto demuestra que el cemento RelyX U200, 3M con Termociclado, presenta en un 4.17% más de muestras con valores de resistencia de unión diferentes a 0 comparado al cemento MaxCem Elite, Kerr con termociclado y que entre ambos cementos con termociclado solo el 10.41% del total de muestras obtuvieron valores de resistencia diferentes a 0. Siendo así, un porcentaje bastante bajo de muestras que no se desprendieron espontáneamente luego del termociclado.

V. DISCUSIÓN

En este estudio se evalúa la resistencia de unión en el esmalte de dos cementos resinosos autoadhesivos, descritos como aquellos que no requieren tratamiento previo a la estructura dentaria (17). Han sido introducidos en el mercado recientemente, obteniendo grandes ventajas como reducir el tiempo de trabajo, omitiendo pasos clínicos, además de su fácil aplicación (18).

Se muestra en los resultados del estudio (Tabla 3) que un porcentaje alto de muestras manifestaron un desprendimiento espontáneo al ser sometidos al termociclado. Esto puede deberse a que las muestras del estudio no tuvieron ningún tipo de grabado en el esmalte. Este resultado concuerda con otro estudio realizado (19), donde los cementos resinosos autoadhesivos presentan bajos valores de resistencia de unión comparándolo con un tratamiento previo del diente.

Los cementos resinosos autoadhesivos contienen dentro de sus componentes monómeros con grupos de ácido fosfórico (metacrilatos fosforilados), los cuales desmineralizan el tejido dental permitiendo la adhesión (20). Este tipo de tecnología ha sido investigada y comparada con cementos que si requieren del grabado previo, donde se concluye que los cementos convencionales presentan mejores cualidades de adhesión (21,22,23), debido a que el reemplazo del grabado con ácido fosfórico, por los monómeros presentes en estos cementos autoadhesivos, promueve una menor hibridación y una adhesión más débil (17).

Con respecto a la diferencia de los valores de resistencia de unión obtenidos en ambos cementos, el RelyX U 200 tuvo mejor comportamiento que el MaxCem Elite. Una vez aplicado el cemento resinoso autoadhesivo es necesario que exista una alta hidrofiliidad para facilitar la humectación de las superficies dentales y un bajo pH capaz de grabar los sustratos dentales (24), producido por la acción de estos monómeros que interactúan con el calcio presente en la hidroxiapatita del esmalte y dentina. Una vez logrado el objetivo de adhesión, el material debe volverse hidrofóbico y el pH debe aumentar, proceso al que se le llama neutralización de pH (25).

En un estudio realizado se encontró que el cemento MaxCem presentaba un pH de 3.98 (26) de igual manera en un estudio comparativo entre ambos cementos los niveles de pH fueron para RelyX U 200 5.89 y en el caso de MaxCem 3.90 (27). Por lo tanto, los valores de pH inicial como después de la adhesión es un factor importantes para conseguir una correcta fuerza de unión entre sustratos y el propio material. Paralelamente a la neutralización del pH, no debe haber una persistencia en la hidrofiliidad, ya que esta relacionado a inducir expansión higroscópica debido al proceso de una continua absorción del agua (28,29).

Otro motivo por el cual podemos atribuir mejores resultados al cemento resinoso autoadhesivo Relyx U200, 3M, podría deberse a la presencia de una sal (hidróxido de calcio) la cual esta ausente en la composición del otro medio cementante utilizado. Haciendo una revisión de la literatura, se evidencia que la presencia de esta sal genera estabilidad del pH, logrando mejores propiedades de adhesión ya que existe una mejor polimerización, concordando así con el presente estudio (30).

De los resultados encontrados en nuestro estudio, se observa que en ambos cementos resinosos autoadhesivos existe una diferencia estadísticamente significativa cuando el mismo cemento es sometido a termociclado.

La diferencia de la aplicación o ausencia de las pruebas de envejecimiento como la de este estudio, como fue el termociclado, hace diferencias en cuanto a los resultados encontrados. Si comparamos estudios donde se compara la fuerza de unión de estos cementos sin este tipo de pruebas concluyen que la fuerza de unión con o sin preparación del diente no tiene diferencia estadística (31), sin embargo en los estudios donde si se aplicaron pruebas de envejecimiento el comportamiento de estos cementos en cuanto a su adhesión es menor (32).

Las pruebas que simulan el envejecimiento de los materiales nos permiten obtener resultados más cercanos a lo que realmente ocurre en la cavidad oral (33), copiando los cambios de temperatura al frío y calor. Es por ello, que es necesario realizar más estudios con fatiga térmica para determinar con mayor claridad el comportamiento a largo plazo de los agentes cementantes.

VI. CONCLUSIONES

De forma general, se concluye que:

La fatiga térmica tiene un efecto negativo en la resistencia de unión de ambos cementos resinosos autoadhesivos (MaxCem Elite, Kerr y Rely X U200, 3M).

De forma específica se concluye que:

1. La resistencia de unión es menor en el cemento MaxCem Elite, Kerr al ser sometido a fatiga térmica.
2. La resistencia de unión es menor en el cemento Rely X U200, 3M al ser sometido a fatiga térmica.
3. La resistencia de unión de ambos cementos es menor con termociclado.

VII. RECOMENDACIONES

- Se sugieren realizar más estudios In Vivo e In Vitro con diferentes pruebas de envejecimiento en materiales dentales que simulen el ambiente de la cavidad oral y los cambios constantes que ocurren dentro del mismo.
- Se sugiere que se investigue y se hagan pruebas entre diferentes marcas de cementos resinosos autoadhesivos para evaluar el comportamiento de los monómeros y evaluaciones de cambio de pH.
- Se sugiere el establecimiento de un protocolo para el cementado de restauraciones indirectas con los cementos resinosos autoadhesivos .

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Juloski, J. et al. Cervical margin relocation in indirect adhesive restorations: A literature review, *J Prosthodont Res.* 2018; 62:273-280.
2. De la Paz T, Garcia C, Ureña M. Ionómero de vidrio: el cemento dental de este siglo. *Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta.* 2016; 41: 7.
3. Sosa B. Cementos Resinosos. [Tesis Bachiller]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia. 2010.
4. Chávez J. Medios cementantes de autograbado: estudio In Vitro de la resistencia adhesiva, espesor de película y capacidad de sellado. [Tesis Doctoral]. Chile: Universidad Nacional de Córdoba; 2016.
5. Aguilar A. et al. Fuerza de adhesión de un sistema autoadhesivo de uso de ortodoncia aplicado en intervalos de tiempo. *Universidad de Costa rica.* 2013; 15: 7.
6. Correa L. et. Al. Cimentos autoadesivos: uma nova possibilidade para a cimentacao de restauracoes indiretas. *Universidade Guarulhos. Rev. Saúde.* 2014; 8: 55.
7. Quesada H, Zalazar M, Asta E; Evaluación a la fisura en frío de un acero de alta resistencia. *Jornadas SAM 2000-IV Coloquio Latinoamericano de Fractura y Fatiga.* 2000; 599-606.
8. Amaral F, Colucci V, Palma-Dibb R, Corona S. Assesment of In Vitro methods used to promote adhesive interface degradation: A critical review. *J Esthet Restor Dent.* 2007; 19: 34-54.

9. Gale M, Darwell B. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental materials restorations. *J Dent.* 1999; 27: 89-99.
10. Herrera I. Fracasos en la adhesión. *Av. Odontoestomatol* 2005; 21: 63-69.
11. Molina C, García I, Aldas J, Falconí G, Armas A. Evaluación del grado de microfiltración en restauraciones de composite tras diferentes periodos de envejecimiento. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2015; 27: 76-85.
12. Orozco M, Villarraga J, Latorre F, Escobar J. Influencia de los materiales de cementación en la distribución de los esfuerzos en un incisivo central superior rehabilitado con poste. Análisis de elementos finitos. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.* 2010; 23: 56-75.
13. Radovic I et al. Self-adhesive Resin Cements: A literature review. *J Adhes Dent* 2008; 10: 251-258.
14. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic Z, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008; 10: 251–258.
15. Makkar S, Malhotra N. Self Resin cements: a new perspective in luting technology. *Dent Update.* 2013; 40: 758-68.
16. Ferrecane J, Stanburry J, Burke F. Self-adhesive resin cements- chemistry, properties and clinical considerations. *J Oral Rehabil.* 2011; 38: 295–314.
17. Chavez J, Urquía C. In vitro evaluation of bond strength of four self-etching cements. 2017; 30: 101-108.
18. Son S. Simple methods to enhance bond strength of self-adhesive resin cements. *Restor Dent Endod.* 2015; 40: 332-333.

19. Da Silva T, Fernandes V, De Santana R, De Melo R, Carneiro M, Bresciani E. Influence of zingiber officianale extract on push-out bond strength of glass-fiber post. *Braz Dent J.*2018; 29: 93-98.
20. Saravia, M. Influencia del condicionamiento ácido en esmalte sobre la adhesión con cementos autoadhesivos. [Tesis Doctoral].Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2018.
21. Al-Akhali M, Chaar M, Elsayed A, Samran A, Kern M. Influence of thermomechanical fatigue on the fracture strength of CAD-CAM fabricated occlusal veneers. *J Prosthet Dent.*2018; 121: 644-650.
22. Spitznagel F, Horvath S, Guess P, Blatz M. Resin bond to indirect composite and new ceramic/polymermaterials: a review of the literature. *J Esthet Restor Dent* 2014; 26: 382-393.
23. Al-Akhali M, Chaar M, Elsayed A, Samran A, Kern M. Fracture resistance of ceramic and polymer-based occlusal veneer restorations. *J Mech Behav Biomed Mater* 2017; 74: 245-250.
24. Fernandes J, Rodrigues J, Da Silva J, Pagani C, Souza R. Bond strength of a self-adhesive resin cement to enamel and dentin. *Int J Esthet Dent* 2015; 10: 146-156.
25. Roedel L, Bednarzig V, Belli R, Petschelt A, Lohbauer U, Zorzin J. Self-adhesive resin cements: pH-neutrization, hydrophilicity, and hygroscopic expansión stress. *Clin Oral Investig.* 2017; 21: 1735-1741.
26. Kirsten M, et al. Hygroscopic expansión of self-adhesive resin cements and the integrity of all-ceramic crowns. *Dent Mater.* 2018; 34 :1102-1111.

27. Roedel L, Bednarzig V, Belli R, Petschelt A, Lohbauer U, Zorzin J. Self-adhesive resin cements: In-vitro free expansion stress, pH-neutralization and hydrophilicity. *Dent Mater.* 2014; 30: 1-16.
28. Zorzin, J, Petschelt, A, Ebert, J, Lohbauer U. pH neutralization and influence on mechanical strength in self-adhesive resin luting agents. *Dental Materials.* 2012; 28: 672-679.
29. Park J, Ferracane J. Water aging reverses residual stresses in hydrophilic dental composites. *J Dent Res.* 2014; 93: 195-200.
30. Madruga F, Ogliari F, Ramos T, Bueno M, Moraes R. Calcium hydroxide, pH-neutralization and formulation of model self-adhesive resin cements. *Dental materials.* 2013; 29: 413-8.
31. Petropoulou A, Vrochari A, Hellwig E, Stampf S, Polydorou O. Water sorption and water solubility of self-adhesive resin cements. *J Prosthet Dent* 2015; 114: 674-679.
32. Rodrigues R, Ramos C, Francisconi P, Borges A. The shear bond strength of self-adhesive resin cements to dentin and enamel: An in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2015; 113: 220-227.
33. El-Damanhoury H, Gaintantzopoulou M. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: Etching efficacy and bondin performance. *J Prosthodont Res.* 2017; 62: 75-83.

TABLAS

Tabla 1. Media aritmética y desviación estándar de la resistencia de unión según el agente cementante RelyX U200, 3M y MaxCem Elite, Kerr con termociclado y sin termociclado.

| Agente Cementante | Fatiga Térmica (MPa) | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------|------|------|-------|------------------|------|------|-------|
| | Con termociclado | | | | Sin termociclado | | | |
| | X | DE | Min | Max | X | DE | Min | Max |
| RelyX U200, 3M | 1.30 | 3.85 | 0.00 | 15.54 | 12.62 | 5.87 | 0.00 | 28.79 |
| MaxCem Elite, Kerr | 0.14 | 0.55 | 0.00 | 2.61 | 10.21 | 5.11 | 0.00 | 19.24 |

X: Promedio.

DE: Desviación estándar.

Min: Mínimo.

Máx: Máximo

Tabla 2. Resumen de valores de las pruebas de significancia según cada grupo

| Agente Cementante* | MaxCem Elite, Kerr sin termociclado | MaxCem Elite, Kerr con termociclado | RelyX U200, 3M sin Termociclado | RelyX U200, 3M con Termociclado |
|-------------------------------------|--|--|--|--|
| MaxCem Elite, Kerr sin termociclado | - | <0.01** | 0.15*** | <0.01** |
| MaxCem Elite, Kerr con termociclado | <0.01** | - | <0.01** | 0.56* |
| RelyX U200, 3M sin Termociclado | 0.15** | <0.01** | - | <0.01** |
| RelyX U200, 3M con Termociclado | <0.01** | 0.56** | <0.01** | - |

*Prueba de Kruskal Wallis (p<0.01).

**Prueba de U de Mann Whitney.

***Prueba de T de Student.

Tabla 3. Porcentaje de muestras que presentaron desprendimiento espontáneo.

| Agente cementante | % de valores diferentes a 0 | % de valores iguales a 0 |
|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| MaxCem Elite, Kerr con termociclado | 8.33% (n=2) | 91.67% (n=22) |
| RelyX U200, 3M con Termociclado | 12.5% (n=3) | 87.5% (n=21) |

VIII. Anexos:

Anexo 1:

Cuadro de composición de cementos resinosos autoadhesivos utilizados.

| Cemento | Fabricante | Composición |
|--------------|--------------------------------|--|
| Maxcem Elite | Kerr††† Orange, CA, USA | <ul style="list-style-type: none">- Polvo = aluminosilicato de bario vidrio, fluoraluminosilicato vidrio, nano-fluoruro de iterbio, nano sílice (carga = 67% en peso, avg 3Æ6 um -. orig Maxcem) - Líquido monómero = GPDM, mono-, di- y multi-metacrilato de comonómeros; sistema iniciador redox, fotoiniciador basado en Canforquinona |
| RelyX Unicem | 3MESPE St. Paul, MN, USA | <ul style="list-style-type: none">- Polvo = vidrio, sílice, hidróxido de calcio pigmento, pirimidina sustituido, compuesto de peróxido, iniciador (carga = 72% en peso; Avg. <9.5 um)- Líquidos = éster fosfórico metacrilato dimetacrilato (bis-GMA / TEGDMA), acetato estabilizador, iniciador |

Anexo 3:

Tablas de Excel ordenadas con los datos proporcionados

| BLOQUE | ESPECÍMEN | RESISTENCIA DE UNIÓN | CEMENTO | TERMOCICLADO |
|--------|-----------|-------------------------|---------|--------------|
| 1 | 1 | 10.29 | 2 | 2 |
| 1 | 2 | 17.22 | 2 | 2 |
| 1 | 3 | 16.29 | 2 | 2 |
| 2 | 1 | 7.92 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 9.26 | 2 | 2 |
| 2 | 3 | ND | 2 | 2 |
| 3 | 1 | 5.72 | 2 | 2 |
| 3 | 2 | 6.25 | 2 | 2 |
| 3 | 3 | 6.07 | 2 | 2 |
| 4 | 1 | 8.34 | 2 | 2 |
| 4 | 2 | 12.28 | 2 | 2 |
| 4 | 3 | 12.54 | 2 | 2 |
| 5 | 1 | 14.5 | 2 | 2 |
| 5 | 2 | 11.62 | 2 | 2 |
| 5 | 3 | 0 | 2 | 2 |
| 6 | 1 | ND | 2 | 2 |
| 6 | 2 | 15.08 | 2 | 2 |
| 6 | 3 | 18.07 | 2 | 2 |
| 7 | 1 | 9.08 | 2 | 2 |
| 7 | 2 | 4.33 | 2 | 2 |
| 7 | 3 | 4.15 | 2 | 2 |
| 8 | 1 | 11.15 | 2 | 2 |
| 8 | 2 | 19.24 | 2 | 2 |
| 8 | 3 | 5.32 | 2 | 2 |

Tablas de Excel ordenadas con los datos proporcionados

| BLOQUE | ESPECÍMEN | RESISTENCIA DE UNIÓN | CEMENTO | TERMOCICLADO |
|--------|-----------|----------------------|---------|--------------|
| 1 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 1 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 1 | 3 | 0 | 2 | 1 |
| 2 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 2 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 2 | 3 | 0 | 2 | 1 |
| 3 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 3 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 3 | 3 | 0 | 2 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 4 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 4 | 3 | 0 | 2 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 5 | 2 | 2.61 | 2 | 1 |
| 5 | 3 | 0 | 2 | 1 |
| 6 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 6 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 6 | 3 | 0 | 2 | 1 |
| 7 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 7 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 7 | 3 | 0.72 | 2 | 1 |
| 8 | 1 | 0 | 2 | 1 |
| 8 | 2 | 0 | 2 | 1 |
| 8 | 3 | 0 | 2 | 1 |

Tablas de Excel ordenadas con los datos proporcionados

| BLOQUE | ESPECÍMEN | RESISTENCIA DE UNIÓN | CEMENTO | TERMOCICLADO |
|--------|-----------|----------------------|---------|--------------|
| 1 | 1 | 18.77 | 1 | 2 |
| 1 | 2 | 12.75 | 1 | 2 |
| 1 | 3 | 8.62 | 1 | 2 |
| 2 | 1 | 10.32 | 1 | 2 |
| 2 | 2 | 2.99 | 1 | 2 |
| 2 | 3 | 11 | 1 | 2 |
| 3 | 1 | 18.86 | 1 | 2 |
| 3 | 2 | 16.35 | 1 | 2 |
| 3 | 3 | 11.47 | 1 | 2 |
| 4 | 1 | 15.89 | 1 | 2 |
| 4 | 2 | 12 | 1 | 2 |
| 4 | 3 | 9.98 | 1 | 2 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 5 | 2 | 28.79 | 1 | 2 |
| 5 | 3 | 21.66 | 1 | 2 |
| 6 | 1 | 9.3 | 1 | 2 |
| 6 | 2 | 10.36 | 1 | 2 |
| 6 | 3 | 11.01 | 1 | 2 |
| 7 | 1 | 18.27 | 1 | 2 |
| 7 | 2 | 12.9 | 1 | 2 |
| 7 | 3 | 6.63 | 1 | 2 |
| 8 | 1 | 5.42 | 1 | 2 |
| 8 | 2 | 9.9 | 1 | 2 |
| 8 | 3 | 9.58 | 1 | 2 |

Tablas de Excel ordenadas con los datos proporcionados

| BLOQUE | ESPECÍMEN | RESISTENCIA DE UNIÓN | CEMENTO | TERMOCICLADO |
|--------|-----------|----------------------|---------|--------------|
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| 3 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 3 | 2 | 15.54 | 1 | 1 |
| 3 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| 4 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| 5 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| 6 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| 7 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 7 | 2 | 0 | 1 | 1 |
| 7 | 3 | 0 | 1 | 1 |
| 8 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 8 | 2 | 10.76 | 1 | 1 |
| 8 | 3 | 4.93 | 1 | 1 |

Anexo 5:

Cuadro de operacionalización de variable

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | INDICADOR | TIPO | ESCALA | VALORES |
|--|---|---|----------------------|-----------------------|---------------|---|
| Variable dependiente: Resistencia de unión. | Resistencia que ofrece un material a la rotura cuando está sometido a un esfuerzo de corte o microcizalla | Máximo esfuerzo de tracción, medido en MPa, que el agente cementante, puede soportar antes de su desprendimiento de la superficie de esmalte dentario | Test de microcizalla | Cuantitativa continua | Razón | MPa |
| Variable independiente: Agente cementante. | Material dental que se emplea para unir una restauración indirecta a un sustrato dentario. | Material dental que teniendo diferentes características, es empleado para unirse a la superficie de esmalte dentario | | Cualitativa | Nominal | -RelyX U200, 3M -MaxCem Elite, Kerr. |
| Variable independiente. Fatiga térmica | Metodología que permite simular el envejecimiento de materiales resinosos. | Operacional. Máquina que permite realizar ciclos de temperatura entre 5°C- 55°C con un intervalo de 30 s. | | Cualitativa | Nominal | 5°C- 55°C |