



**Universidad Autónoma de Querétaro**  
Facultad de Medicina  
Especialidad de Rehabilitación Bucal

“Comparación de la resistencia diametral a la compresión y el grosor de película de cementos de ionómero de vidrio modificados de resina”.

**Tesis**

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de la  
Especialidad en Rehabilitación Bucal

**Presenta:**

C. D. Erika Paola Pérez Sámano

**Dirigido por:**

Dra. Rosa María Sánchez Ayala

Dra. Rosa María Sánchez Ayala  
Presidente

---

L.O.E.R.B. Abel Tavares de la Cruz

---

D. en E. Santiago Andaracua García  
Vocal

---

E.O. R. José Antonio Guerrero Guzmán  
Suplente

---

C.D.E.I.B.M.F. Daniel Alejandro Montalván  
Aguilar  
Suplente

---

Centro Universitario, Querétaro, Qro.  
Agosto 2022  
México

## RESUMEN

**Introducción:** Los cementos de ionómero de vidrio se utilizan para una amplia gama de aplicaciones en odontología, al poseer ciertas y únicas propiedades que los hacen útiles como materiales restaurativos y adhesivos. Los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina, han demostrado poseer mejores propiedades físicas que los ionómeros convencionales, aunque existen diferencias individuales de marca a marca. **Objetivos:** Determinar cuál de los tres cementos de ionómero de vidrio modificado con resina Nexus™ RMGI (Kerr), FujiCEM 2 (GC) y Fuji 1(GC) presenta las mejores características físicas en cuanto a resistencia diametral a la compresión y grosor de película. **Material y Métodos:** Se evaluó y se comparó la resistencia diametral a la compresión y el grosor de película de estos cementos, donde se elaboraron 10 especímenes para cada marca conforme a la especificación de la ADA número 66. Dichas muestras fueron sujetas a la prueba de resistencia diametral a la compresión, haciendo uso de la máquina universal de pruebas, hasta llegar al punto de fractura (velocidad 1mm/min). Para la prueba de grosor de película se realizó una investigación experimental in Vitro basada en mediciones con el uso de un micrómetro a dos placas de vidrio ensambladas una sobre otra, colocando una gota de cemento y ejerciendo una presión de 150 N por un periodo de 8 minutos. **Resultados:** Los resultados de la prueba de ANOVA y la prueba *post hoc* de Tukey mostró diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos ( $p < 0.0001$ ) para la prueba de resistencia diametral a la compresión; Para la prueba de grosor de película mostraron diferencias estadísticamente significativas entre Nexus™ RMGI Vs FujiCem 2 y Nexus™ RMGI Vs Fuji1 ( $p < 0.0003$ ), mientras que para FujiCem 2 Vs Fuji1 no existió diferencia estadísticamente significativa. **Conclusiones:** Los tres grupos estudiados presentaron diferencias significativas en sus propiedades físicas, siendo FujiCem 2 superior en cuanto a resistencia diametral a la compresión y Nexus™ RMGI demostró un menor grosor de película en comparación a las otras marcas.

(**Palabras clave:** cemento, ionómero de vidrio, resistencia diametral, grosor de película)

## SUMMARY

**Introduction:** Glass ionomer cements are used for a wide range of applications in dentistry, as they have certain unique properties that make them useful as restorative and adhesive materials. Resin-modified glass ionomer cements have been shown to have better physical properties than conventional ionomers, although there are individual differences that vary from brand to brand. **Objective:** To determine which of the three resin-modified glass ionomer cements Nexus™ RMGI (Kerr), FujiCEM 2 (GC), and Fuji 1(GC) has the best physical characteristics in terms of diametral compressive strength and film thickness. **Materials and Methods:** The diametral resistance to compression and the film thickness of these cements were evaluated and compared, where 10 specimens were made for each brand according to the specifications of ADA number 66. These samples were subjected to the test of diametral resistance to compression, using the universal testing machine, until reaching the point of fracture (speed 1mm/min). For the film thickness test, an in vitro experimental investigation was carried out based on measurement with the use of a micrometer to two glass plates assembled one on top of the other, placing a drop of cement and exerting a pressure of 150 N for a period of 8 minutes. **Results:** The results of the ANOVA test and Tukey's post hoc test showed statistically significant differences between all groups ( $p < 0.0001$ ) for the diametral compressive strength test; For the film thickness test, it showed statistically significant differences between Nexus Vs Fuji2 and Nexus Vs Fuji1 ( $p < 0.0003$ ); for Fuji2 Vs Fuji1 there was no statistically significant difference. **Conclusions:** The three groups studied showed significant differences in their physical properties, FujiCem 2 being superior in terms of diametral resistance to compression and Nexus™ RMGI showing a lower film thickness compared to the other brands.

(**Key words:** cement, glass ionomer, diametral strength, film thickness)

Dedico este trabajo a mi madre, que me ha apoyado a lo largo de mi vida y me brindó la oportunidad de concluir este posgrado, a mis hermanos Marlon y Leslie que siempre me han dado su apoyo y me motivan para lograr mis metas. A mi padre quien sigue presente en cada paso que doy.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi familia, ya que de no tener su apoyo nada de esto se hubiera realizado. Gracias por estar presentes en todos los sentidos y por la motivación que me han brindado durante toda mi vida para seguir avanzando un poco más.

Gracias a mis profesores de posgrado por la paciencia y por compartir un poco de sus conocimientos conmigo siempre con la mejor disposición.

A mis compañeros de posgrado ya que hicieron de esta una de las etapas más bonitas y divertidas, gracias por sus enseñanzas y por volverse mi familia en Querétaro.

Al Dr. Rubén Domínguez por su paciencia y por todo su apoyo durante la elaboración de esta tesis.

A mi asesora la Dra. Rosa María Sánchez quien siempre ha tenido la mejor disposición para ayudarme durante el posgrado y en este proyecto.

## INDICE:

1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. Revisión de la literatura .....	9
1.2. Planteamiento del problema .....	16
1.3. Hipótesis de trabajo.....	17
1.4. Hipótesis nula .....	17
2. OBJETIVOS.....	18
2.1 Objetivo general .....	19
2.2 Objetivos específicos.....	19
3. METODOLOGÍA .....	20
3.1 Sujeto experimental .....	21
3.2 Métodos .....	23
3.2.1 Diseño y confección de molde.....	23
3.2.2 Preparación y obtención de especímenes.....	24
3.2.3 Medición de la resistencia diametral a la compresión .....	30
3.2.4 Medición del grosor de película .....	31
3.2.5 Recolección de datos.....	31
3.3 Análisis estadístico .....	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1 Resultados.....	34
4.2 Discusión. ....	36
4.3 Conclusión .....	39
5. REFERENCIAS.....	40

## TABLA DE GRAFICAS.

Tabla 1 Comparación de la resistencia diametral a la compresión en  $N/mm^2$  de los cementos Nexus <sup>TM</sup> RMGI (Kerr), FujiCEM 2 (GC) y Fuji 1(GC) ..... 33

Tabla 2 Comparación del grosor de película en micras de los cementos Nexus <sup>TM</sup> RMGI (Kerr), FujiCEM 2 (GC) y Fuji 1(GC) ..... 34

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Revisión de la literatura

El cemento de ionómero de vidrio es uno de los materiales más utilizados en el medio odontológico. Este se define como un “agente de cementación y restauración, compuesto de un vidrio soluble en ácido, ácido poliacrílico y agua que se establece mediante una reacción ácido-base” (Driscoll et al., 2016).

El nombre apropiado para este cemento, de acuerdo con la Organización Internacional para la Estandarización, ISO, es "Cemento de polialcenoato de vidrio"(ISO, 2003), pero el término "Ionómero de vidrio" es reconocido como un nombre trivial aceptable (Mclean, 1994).

El primero de estos cementos se produjo en 1960's por Alan Wilson y su grupo en el laboratorio de química de Londres (Khoroushi et. al, 2012), presentando algunas deficiencias en su composición. El cemento de ionómero de vidrio convencional fue introducido por Wilson y Kent en 1971 (Wilson and Kent, 1971), este cemento fue llamado originalmente ASPA 1 (Dentsply International), un acrónimo de Aluminio - Silicato Poliacrílico ácido (Upadhya and Kishore, 2005).

Los cementos de ionómero de vidrio convencionales se dispensan en forma de polvo suministrado con su propio líquido. El polvo se forma de vidrio de flúor-aluminosilicato, mientras que el líquido es una solución acuosa de un ácido polialquenoico, tal como ácido poliacrílico, aunque en formulaciones posteriores, el ácido se puede añadir al polvo en forma de polímero seco (Nicholson,1998). La reacción ácido-base resultante produce una transformación sal / gel que posteriormente produce una sal neutra y gel de sílice (Douglas et al. 1995).

Los cementos de ionómero de vidrio son muy sensibles a la humedad en su fase reactiva inicial y durante el secado, a medida que el material se endurece después de la configuración inicial. Por lo tanto, son extremadamente sensibles a la técnica (Douglas et al., 1995).

Las propiedades físicas de los cementos de ionómero de vidrio están influenciadas por la forma en que se prepara el cemento, incluyendo su relación polvo-líquido, la concentración del poliácido, el tamaño de partícula del polvo de vidrio y la edad de los especímenes. Por lo tanto, se necesita cuidado al hacer generalizaciones sobre las propiedades de estos materiales. También existe la posibilidad de que parte del éxito de los ionómeros de vidrio pueda surgir porque su rendimiento es satisfactorio incluso si no se han mezclado adecuadamente, o se les ha permitido madurar en condiciones ideales (Sidhu and Nicholson, 2016).

Se les considera naturalmente bioactivos, porque liberan iones biológicamente activos (fluoruro, sodio, fosfato y silicato) en medios acuosos circundantes a niveles en los que son biológicamente beneficiosos (Nicholson, et. al. 1999).

Diferentes tipos de materiales de restauración directa se utilizan en la práctica dental diaria. Los más comunes, junto a la amalgama, son los compuestos de resina, y los cementos de ionómero de vidrio (Lohbauer, 2010). Estos últimos pueden utilizarse en una amplia gama de aplicaciones clínicas debido a la capacidad de modificar sus propiedades físicas cambiando la relación polvo / líquido o formulación química (Nicholson, 1998), al incorporársele flúor, presentan un potencial anticariogénico, y tienen buena biocompatibilidad y adhesión química al tejido mineralizado (Anusavice, 1996). Por otra parte, las deficientes propiedades mecánicas, tales como baja resistencia a la fractura, tenacidad y desgaste, limitan su uso extensivo en odontología como material de relleno en zonas de estrés (Xie et al. 2000).

Existe una serie de aplicaciones para estos cementos y por consiguiente son clasificados según su uso.

TIPO I	Tipo II		Tipo III
Cementos de unión.	Tipo II a. Cementos restauradores estéticos.	Tipo II b. Cementos reparadores reforzados.	Cementos de revestimiento o base.
<p>*Coronas, puentes y soportes ortodónticos.</p> <p>*Proporción relativamente baja de polvo: líquido (1,5: 1 a 3,8: 1), una resistencia moderada.</p> <p>*Ajuste rápido con buena resistencia temprana al agua.</p> <p>*Radiopacos.</p>	<p>*Para reparaciones anteriores.</p> <p>*Alta relación polvo: líquido (al menos 3: 1, y hasta 6,8: 1).</p> <p>*Buen color y translucidez.</p> <p>*Necesita protección contra la humedad durante al menos 24 horas con barniz o vaselina.</p> <p>*Radiopacos.</p>	<p>*Donde la apariencia no es importante (restauración posterior o reparaciones).</p> <p>*Alta relación polvo: líquido (3: 1 a 4: 1)</p> <p>*Rápida fijación y resistencia temprana a la captación de agua.</p> <p>*Radiopaco.</p>	<p>*Relación baja en polvo - líquido para revestimientos (1,5: 1) para permitir una buena adaptación a las paredes de la cavidad.</p> <p>Relación polvo - líquido superior para bases (3: 1 a 6,8: 1), donde la base actúa como un sustituto destinatario.</p>

La química es esencialmente la misma para todos, pero existen variaciones en relación polvo / líquido y tamaño de partícula en polvo para acomodar la función deseada (Upadhya and Kishore, 2005).

Con el fin de mejorar las propiedades mecánicas del ionómero de vidrio convencional (IVC), en 1991 (Mitra, 1991), se introdujeron los ionómeros de vidrio modificados con resina (IV-MR) o ionómeros híbridos, que contienen los mismos componentes esenciales que los ionómeros de vidrio convencionales (polvo de vidrio básico, agua, poliácido) pero también incluyen un componente monómero hidrofílico (2-hidroxietil metacrilato HEMA) y un sistema iniciador para hacer que el

HEMA sufra polimerización de adición, estos iniciadores suelen ser activados por luz, por lo que la mayoría de las marcas de ionómero de vidrio modificado con resina son curables por luz (Mitra, 1991).

The Glossary Of Prosthodontic Terms, los define como “Un cemento de ionómero de vidrio modificado que incorpora monómero de resina polimerizante y agente reticulante.

Este tipo de cemento tiene un tiempo de trabajo más largo y es menos sensible a la contaminación del agua que los cementos convencionales de ionómero de vidrio”(Driscoll et al. 2016).

Las 2 funciones principales de un material de cementación son proporcionar un sello y establecer o aumentar la retención de la prótesis a los pilares y mantener su integridad (Attar N. Et al. 2003).

Para tener éxito en ambos, el material debe cumplir con factores biológicos, fisiomecánicos, y ciertos requisitos de manipulación.

En esta función, Edelhoff et al. y Hill et al. Concluyeron que, entre otros factores, la Las propiedades físicas del agente de cementación son las que más influyen en la longevidad de la prótesis. (Garner et. al. 2015).

Los RMGIC contienen los mismos componentes que los ionómeros de vidrio convencionales, a saber, polvo de vidrio básico, agua y poliácido. También contienen un componente monomérico y un sistema iniciador asociado. El monómero suele ser metacrilato de 2-hidroxietilo, HEMA, y el iniciador es la sustancia sensible a la luz, la canforquinona (Nicholson et al. 2016).

A pesar de que las propiedades físicas de los ionómeros de vidrio modificados con resina son comparables con las de los ionómeros de vidrio convencionales (Berzins et al. 2010), un estudio mostró que el ionómero de vidrio modificado con resina generalmente tienen mucha mayor resistencia a la flexión en comparación con el ionómero de vidrio convencional (aproximadamente, 71 MPa frente a 11 MPa) (Xie et al. 2000). Por lo tanto, esta modificación fue diseñada para producir propiedades

físicas favorables similares a las de la resina, manteniendo al mismo tiempo características básicas del convencional cemento de ionómero de vidrio. En estos nuevos materiales, el ácido / base de la reacción de curado se complementa con un segundo proceso de curado, iniciado por luz o químicamente. Estos productos son considerados como cementos de doble curación si se utiliza un mecanismo de polimerización; o si ambos mecanismos se utilizan, se consideran como cementos tri - curados (Upadhy and Kishore, 2005).

En comparación con sus homólogos convencionales, CIV-MR se ha caracterizado por tener un tiempo de trabajo más largo, una apariencia estética y una translucidez mejoradas, y una mayor resistencia inicial (Matsuya et. al. 1996)(Mitra, 1991). También muestran adhesión inherente tanto al esmalte como a las capas dentinarias del diente. Sin embargo, debido a la presencia de HEMA, los ionómeros de vidrio modificados con resina tienen biocompatibilidad inferior a los ionómeros de vidrio convencionales (Nicholson and Czarnecka, 2008).

Las aplicaciones de agentes de cementación de resina han aumentado considerablemente en los últimos años (El-mowafy, 2001), estos se utilizan para la cementación de coronas totalmente cerámicas y restauraciones indirectas de compósito o cerámica, y ahora están disponibles en autopolimerización, polimerización por luz y polimerización dual (Attar et. al, 2003).

Los cementos dentales se definen como agente de unión utilizado para unir firmemente dos objetos de aproximación (Driscoll et al., 2016).

Los cementos dentales deben soportar tensiones masticatorias y parafuncionales durante muchos años en un ambiente oral cálido y húmedo. Deben mantener su integridad mientras transfieren las tensiones de las coronas o dentaduras postizas parciales fijas a la estructura dental (Li et. al. 1999).

La elección de un agente de cementación depende de la situación clínica combinada con las propiedades físicas, biológicas y de manipulación del agente de cementación (Attar, 2003). Por este motivo es importante conocer las propiedades físicas de estos materiales.

### Resistencia Diametral a la compresión.

La prueba de compresión diametral consiste en determinar la resistencia final a la tracción de un material frágil mediante su compresión (Cho et al.,1999). La resistencia a la compresión se considera un indicador de éxito porque una alta resistencia a la compresión es necesaria para resistir las fuerzas masticatorias y para funcionales. La resistencia a la compresión tiene una gran importancia en los materiales de restauración y de cementación, esta propiedad tiene una importancia muy especial en el proceso de la masticación ya que muchas de las fuerzas que intervienen en ese proceso son de tipo compresivo.

La fuerza de compresión se ha utilizado como predictor de rendimiento clínico (Kerby et. al., 1992)(White and Yu ,1993). La resistencia a la compresión del cemento de ionómero de vidrio, en particular, continúa aumentando durante varias semanas hasta aproximadamente 200 MPa. Se cree que este aumento continuo se debe a la reconstrucción de la red de silicatos en su composición (Matsuya et. al, 1996).

El agente de cementación debe tener la fuerza suficiente para resistir la fractura y también la fatiga cíclica a largo plazo así como tensiones.

La resistencia a la compresión se ha utilizado como predictor de desempeño clínico, La especificación ANSI/ADA No. 96 (ISO 9917) para cementos dentales a base de agua requiere una resistencia a la compresión mínima de 70 MPa a las 24 horas.

La resistencia a la compresión del cemento de ionómero de vidrio, en particular, continúa aumentando durante varias semanas para llegar alrededor de 200 MPa. Se cree que este aumento continuo es debido a la reconstrucción de la red de silicato. (Rosenstiel et. al., 1998).

### Grosor de película.

Además de poseer baja solubilidad y alta fuerza necesaria para la retención a largo plazo de restauraciones, los cementos dentales también deben mantener un espesor de película mínimo sobre un intervalo lo suficientemente largo para que las restauraciones pueden asentar completamente (Kious et. al.,2009).

The American Dental Association (ADA) estableció un espesor de película máximo admisible de 25  $\mu\text{m}$  en la especificación No. 8 para los cementos de fosfato de zinc en su Programa de Certificación y no mayor de 50  $\mu\text{m}$  para cementos a base de resina. Además, las especificaciones No. 21 y No. 30 requieren este mismo espesor de película para otros tipos de cementos dentales (Devices, 1978). El grosor de la capa del agente cementante puede afectar directamente a largo plazo el éxito clínico (Rosenstiel et. al., 1998) , por lo que los clínicos deben ser conscientes de que el tipo de agente seleccionado puede afectar directamente el espesor de la película (Utz et. al.,1989).

A medida que aumenta el espesor de la película, la fuerza de unión a la tracción de cementos para aleaciones vaciadas disminuye. El espesor de la película está influenciado por variables de manipulación como la temperatura de mezclado y la relación polvo/líquido. La mezcla en frío reduce significativamente el espesor de la película de ionómero de vidrio en tiempos de trabajo prolongados. (Rosenstiel et. al., 1998)

La medición del espesor de película, consiste en prensar una mezcla del cemento bajo una carga definida entre 2 cilindros de vidrio con precisión sobre dos caras paralelas, conocidas como planos ópticos. La medición del espesor total entre los planos ópticos, nos da como resultado el grosor de película del cemento. (Nicholson et. al., 2020).

El espesor de la película se mide utilizando la metodología descrita en la norma ISO 99176, usando un 150-N de peso sobre los planos ópticos. Y la medición es realizada con un instrumento llamado micrómetro con una precisión de  $\pm 1 \mu\text{m}$ . (Kious et. al.,2009).

## **1.2. Planteamiento del problema**

Los cementos de ionómero de vidrio se utilizan para una amplia gama de aplicaciones en odontología, al poseer ciertas y únicas propiedades que los hacen útiles como materiales restaurativos y adhesivos. Los podemos encontrar comercialmente divididos en dos: Cemento de ionómero de vidrio convencional y Cemento de ionómero de vidrio modificados con resina. Siendo este último el que ha demostrado poseer las mejores propiedades físicas, aunque existen diferencias individuales dependiendo de la casa comercial que los elabora. Desde hace varias décadas que las principales empresas dedicadas a la elaboración de materiales dentales investigan nuevas tecnologías, con el fin de mejorar las propiedades de este material. Estas propiedades no son fáciles de determinar debido a factores como la composición de cada uno de los materiales de las distintas marcas comerciales, de su proceso de fabricación, del tamaño de las partículas de polvo, el tipo de vidrio ionómero, a la concentración y peso molecular del líquido y a la relación vidrio ionómero/resina, por lo que no se conoce si existe alguna diferencia significativa en la resistencia diametral a la compresión y el grosor de película de estos materiales dependiendo de las casas comerciales que los producen.

### **1.3. Hipótesis de trabajo**

El cemento de ionómero de vidrio modificado de resina Nexus RMGI (Kerr) presenta mayor resistencia diametral a la compresión y menor grosor de película comparado con los cementos FujiCem 2 y Fuji 1 (GC).

### **1.4. Hipótesis nula**

Los tres cementos presentan la misma resistencia diametral a la compresión y el mismo grosor de película.

## **2. OBJETIVOS**

## 2.1 Objetivo general

- Determinar cuál de los tres cementos de ionómero de vidrio modificado de resina (Nexus <sup>TM</sup> RMGI (Kerr), FujiCEM 2 (GC) y Fuji 1(GC)) presenta las mejores características.

## 2.2 Objetivos específicos

- **Evaluar** la Resistencia Diametral a la compresión y Grosor de película de Nexus <sup>TM</sup> RMGI (Kerr).
- **Evaluar** la Resistencia Diametral a la compresión y Grosor de película de FujiCEM 2 (GC).
- **Evaluar** la Resistencia Diametral a la compresión y Grosor de película de Fuji 1(GC).
- **Comparar** las propiedades físicas de estos 3 cementos.

### **3. METODOLOGÍA**

### 3.1 Sujeto experimental

Para la prueba de resistencia diametral a la compresión, se realizó una investigación experimental in Vitro en las instalaciones del laboratorio de licenciatura y posgrado de la Facultad de Medicina, de la Universidad Autónoma de Querétaro. El universo fue conformado por cilindros de cemento de ionómero de vidrio modificados con resina de tres distintas marcas comerciales, fueron confeccionados conforme a la especificación numero 66 de la ADA, teniendo un tamaño de muestra de 30 cilindros en total, 10 cilindros para cada marca a comparar. Dentro de los criterios de inclusión se encuentran muestras cilíndricas que se caractericen por ser muestras con bordes regulares y que cumplan con la medida de 6 mm de diámetro y 6 mm de altura (Figura 1). Dentro de los criterios de eliminación se encuentran cilindros que se encuentren deshidratados, incompletos o presenten burbujas en sus bordes (Figura 2).



**Figura 1**



**Figura 2**

Para la prueba de grosor de película, se realizó una investigación experimental in Vitro dentro de consultorio dental privado, en la ciudad de Morelia, Michoacán. El universo se conformó por placas de vidrio, teniendo un tamaño de muestra de 15 muestras de cemento de ionómero de vidrio sobre las superficies de vidrio, 5 para cada marca de cemento a comparar, estas fueron confeccionadas de acuerdo a la norma ISO 99176 y de acuerdo a las especificación 66 de la ADA. Dentro de los criterios de inclusión se encuentran placas de vidrio que se caractericen por ser superficies cuadradas y planas (Figura 3).

En los criterios de eliminación se encuentran placas de vidrio con bordes defectuosos, placas que se estrellen durante la manipulación o que sean contaminadas durante el procedimiento.



**Figura 3**

## 3.2 Métodos

Durante la fase experimental de esta investigación y durante ambas pruebas, se cuidó que el medio de trabajo se encontrara en las condiciones de higiene lo mas similares posible a las que se debería trabajar en la practica clínica para el momento de la cementación de restauraciones, se busco lograr un entorno seguro para el operador, utilizando barreras de protección como son guantes, bata, lentes de protección y cubre bocas (Figura 4). Se realizó un protocolo estandarizado para la confección de las muestras a estudiar. Se siguieron una serie de pasos desde el diseño del molde para la obtención de especímenes, así como la ejecución de las pruebas en el laboratorio.



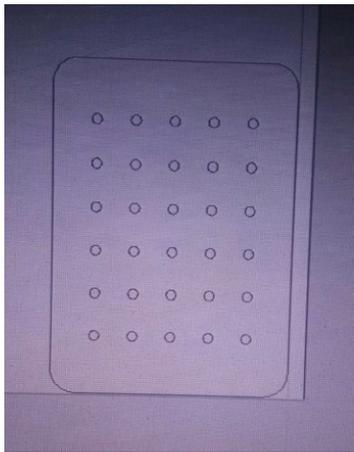
**Figura 4**

### 3.2.1 Diseño y confección de molde

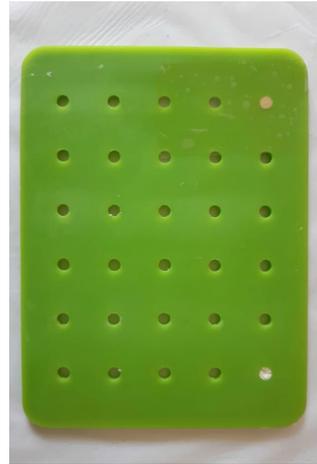
#### a) Prueba de resistencia diametral a la compresión

Con la ayuda de una persona especializada en el manejo y confección de herramientas de resina, se realizó por computadora el diseño del molde para confeccionar los especímenes (Figura 5), con las medidas indicadas conforme a la especificación número 66 de la ADA, 6mm de altura por 6mm de diámetro.

Una vez diseñado el modelo, se procedió a la elaboración del mismo (Figura 6).



**Figura 5**



**Figura 6**

### **3.2.2 Preparación y obtención de especímenes.**

#### **a) Prueba resistencia diametral a la compresión**

El procedimiento se realizó 24 horas antes de ser sometidos a en la maquina universal de pruebas. A partir del molde de resina previamente fabricado (figura 7), se obtuvieron las muestras cilíndricas de las tres marcas a estudiar, Nexus <sup>TM</sup> RMGI (Kerr), FujiCEM 2 (GC) y Fuji 1(GC), se obtuvo un total de 30 cilindros preparados con las medidas establecidas por la especificación 66 de la ADA (6mm de diámetro, por 6mm de altura), 10 cilindros para cada marca a estudiar.



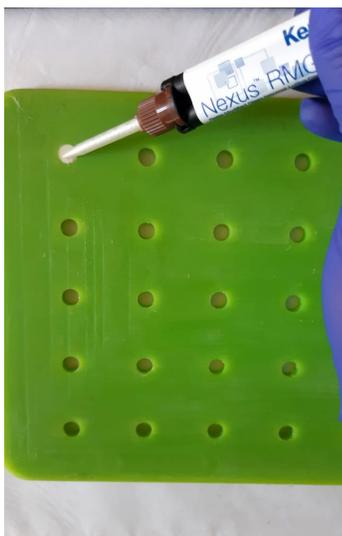
**Figura 7**

1. Las muestras se elaboraron sobre una superficie plana, primero se preparó el molde siendo rociado en cada orificio con lubricante de silicona antiadherente (DALCE S.A. de C.V.) para evitar que el material se pegara en las paredes del mismo (Figura 8). Debajo del molde se colocó una tira de celofán (3M) fijada con cinta adhesiva para separar el molde de la superficie plana.



**Figura 8**

2. Una vez listo el molde se colocó la punta mezcladora a el primer cemento, se inició la mezcla de acuerdo a las instrucciones del fabricante, ésta fue condensada sobre cada orificio del molde hasta lograr la altura total del orificio (figura 9 y 10). El procedimiento se repitió con cada orificio hasta lograr las 10 muestras de cada cemento, obteniendo un total de 30.

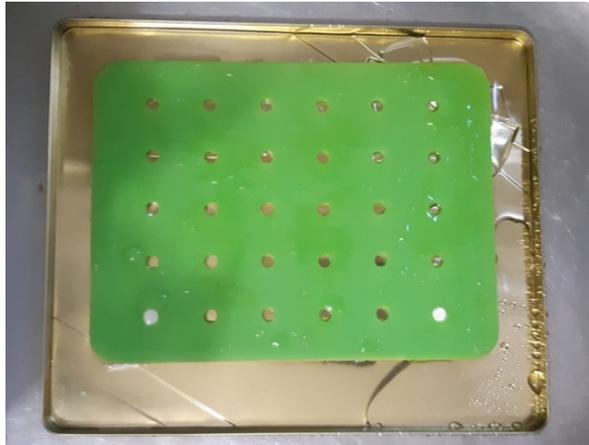


**Figura 9**



**Figura 10**

3. Los especímenes fueron almacenados aún en el molde, se colocaron en un recipiente de plástico a 37° C durante 45 min. A 20% de humedad (figura 11).



**Figura 11**

4. Se desmoldaron y se les dio la terminación adecuada a cada espécimen con papel SiC húmedo de grano 600, sin permitir que se deshidrataran las muestras (Figura 12 y 13).



**Figura 12**



**Figura 13**

5. Los especímenes fueron almacenados en un ambiente controlado a 37° C con un 20% de humedad para evitar la deshidratación, se mantuvieron en esas condiciones hasta el momento en que se realizó la prueba en el laboratorio. (Figura 14).



**Figura 14**

## b) Prueba de grosor de película

1. Para esta prueba se utilizaron dos placas de vidrio cuadradas, de superficie plana, las cuales fueron ensambladas una sobre otra, una vez realizado esto, se midió el espesor total con un micrómetro de una resolución de 1 micra (Figura 15).

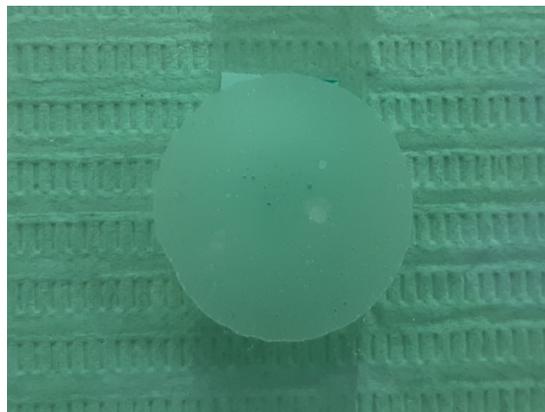


**Figura 15**

2. El cemento fue mezclado de acuerdo con las instrucciones del fabricante, una gota de cemento fue colocada sobre el centro de una de las placas (Figura 16), se colocó sobre esta la segunda placa de vidrio cubriendo la gota y alineada con la primer placa (Figura 17).



**Figura 16**



**Figura 17**

3. Dos minutos después del inicio de la mezcla se colocó sobre las placas una fuerza de 147N (14.99 kg) (Figura 18), la cual fue aplicada de manera uniforme y vertical, la cual se mantuvo constante durante 8 minutos.



**Figura 18**

4. Diez minutos después del inicio de la mezcla, se retiró la carga y se midió el espesor total de las placas de vidrio ensambladas y la película de cemento (Figura 19). La diferencia entre las lecturas se informó como el espesor de la película de cemento.



**Figura 19**

### 3.2.3 Medición de la resistencia diametral a la compresión

La siguiente. etapa se realizó en el laboratorio de investigación de licenciatura y posgrado de odontología de la facultad de medicina de la UAQ

1. Se separaron los 10 especímenes de cada marca en una placa de Petri (Figura 20), y se inicio el software para empezar con la medición de la resistencia diametral a la compresión en la maquina electrónica universal de pruebas (CMS Metrology). Modelo WDW-5Y, No. Serie: ad11948. (Figura 21).



**Figura 20**

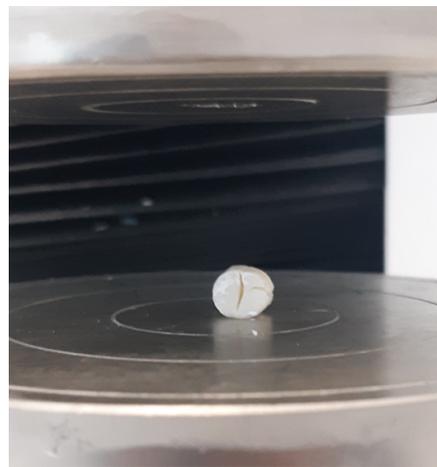


**Figura 21**

2. Se colocó el primer cilindro de manera diametral en el centro de las plataformas de la maquina universal de pruebas. Se especificó la velocidad de cruceta en la computadora a 1mm / min, y se inició la carga sobre el espécimen de manera gradual hasta el punto de fractura (Figura 22 y 23).

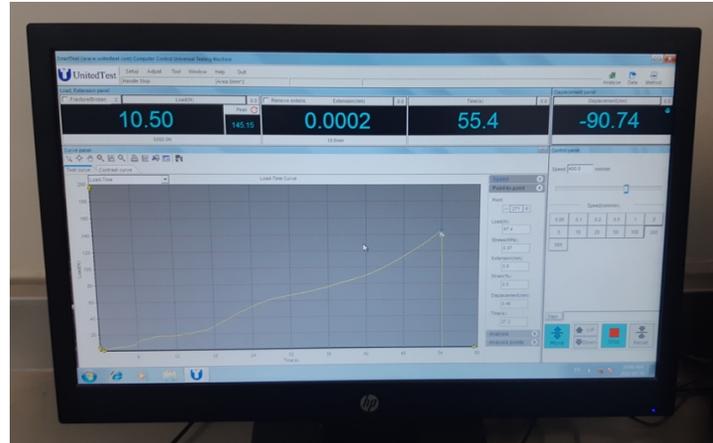


**Figura 22**



**Figura 23**

Una vez fracturado el espécimen, se anotaron los valores de carga máxima (N/mm), tiempo (Sg) y desplazamiento (N/mm) para cada uno de los especímenes y se repitió con cada una de las marcas a comparar. (Figura 24).



**Figura 24**

### **3.2.4 Medición del grosor de película**

Se midió con el micrómetro el espesor total de las placas de vidrio ensambladas y la película de cemento. La diferencia entre las lecturas se informó como el espesor de la película de cada cemento.

Esta medida fue expresada en micras.

### **3.2.5 Recolección de datos**

Todos los resultados obtenidos por la maquina universal de pruebas se vaciaron en distintas tablas de Excel para así poder analizar y comparar la resistencia diametral a la compresión y el grosor de película de las diferentes marcas que se utilizaron.

### **3.3 Análisis estadístico**

La información recolectada se ingresó a una base de datos elaborada en Excel y con campos de validación para evitar errores al momento de ser ingresados. Para las variables, al ser cuantitativas se utilizaron el promedio y la desviación estándar. Los datos estadísticos para ambas pruebas fueron sometidos a la prueba estadística ANOVA , posteriormente a la prueba *post hoc* de Tukey para determinar si existían o no diferencias estadísticamente significativas entre las tres marcas de cementos analizadas. Los resultados obtenidos se presentan en dos tablas, una para cada prueba realizada.

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

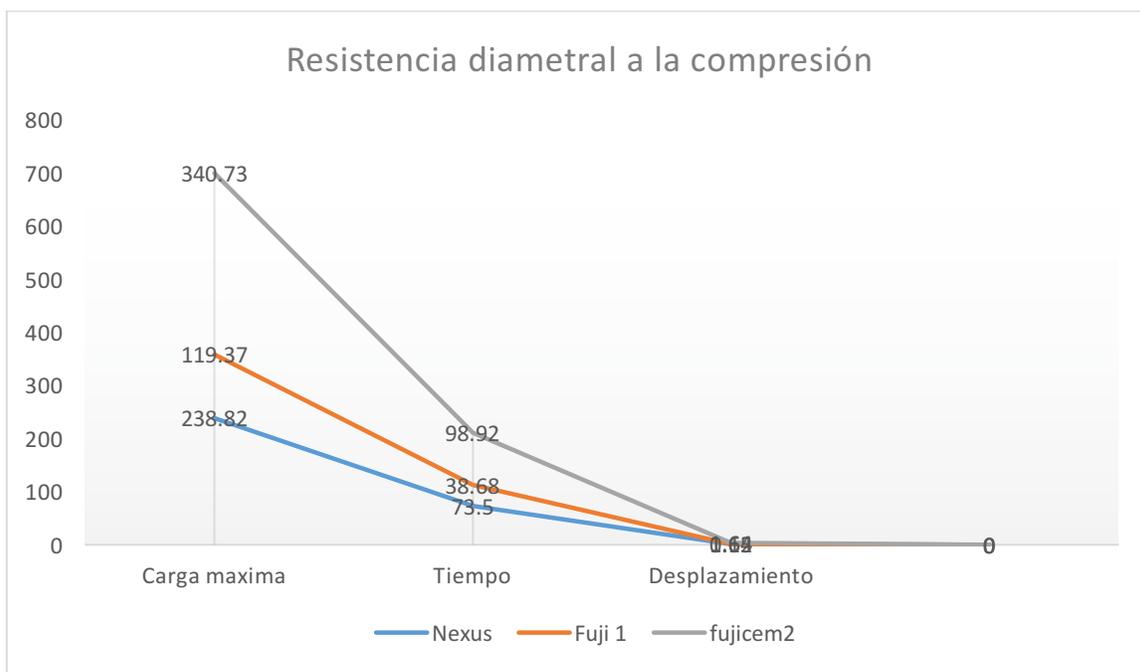
## 4.1 Resultados.

En el primer cuadro se compara la resistencia diametral a la compresión en N/mm entre las tres marcas de cementos de ionómero de vidrio modificados con resina.

**Cuadro 1.** Comparación de la resistencia diametral a la compresión en MPa de tres cementos de ionómero de vidrio modificados con resina.

	Nexus (n=10)	Fuji2 (n=10)	Fuji1 (n=10)	Control (n=10)	Valor de P
	X ± DE (Rango)				
Carga máxima	238.8 ± 26.1 (203.2-290.4)	340.7 ± 21.6 (308.3-380.5)	119.3 ± 18.0 (96.0-145.9)	0	< 0.0001

Nexus: NEXUS MRGI (Kerr); Fuji2: FujiCEM 2 (GC) ; Fuji1: Fuji 1 (GC); X: Promedio; DE: Desviación estándar. Prueba de ANOVA, la prueba *post hoc* de Tukey mostró diferencias estadísticamente significativas entre todos los grupos.

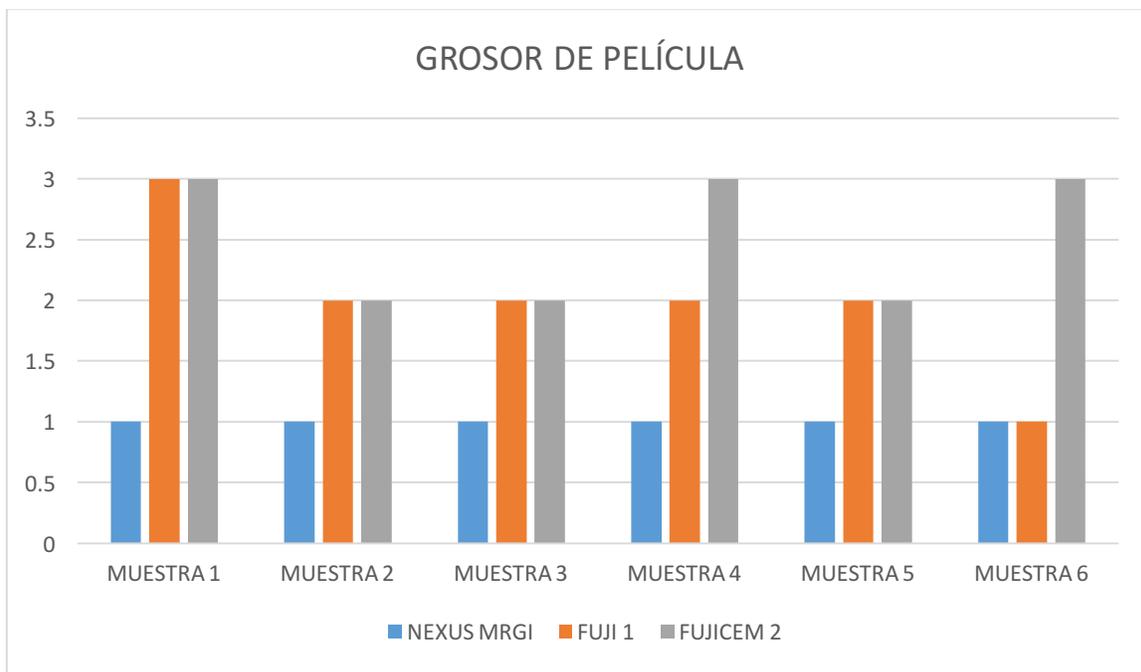


Grafica 1

**Cuadro 2.** Comparación del grosor de película en Micras de tres cementos de ionómero de vidrio modificados con resina.

	Nexus (n=6)	Fuji2 (n=6)	Fuji1 (n=6)	Control (n=10)	Valor de P
	X ± DE (Rango)				
Grosor de película.	1 ± 0 (1-1)	2.5 ± 0.54 (3-2)	2 ± 0.63 (3-1)	0	0.0003

Nexus: NEXUS MRGI (Kerr); Fuji2: FujiCEM 2 (GC) ; Fuji1: Fuji 1 (GC); X: Promedio; DE: Desviación estándar. Prueba de ANOVA, la prueba *post hoc* de Tukey mostró diferencias estadísticamente significativas entre Nexus Vs FujiCem 2 y Nexus Vs Fuji1, mientras que para FujiCem 2 Vs Fuji1 no existió diferencia estadísticamente significativa.



Grafica 2

## 4.2 Discusión.

Este estudio reveló la influencia significativa que tiene la composición de cada casa comercial en la elaboración de su cemento, ya que se encontraron diferencias significativas en cuanto a la resistencia diametral a la compresión. Por tanto, la hipótesis nula presentada en este trabajo fue rechazada, ya que el cemento con mayor resistencia según este estudio es FujiCem 2 (GC). Los cementos Fuji 1 (GC) y Nexus RMGI (kerr) mostraron resultados estadísticamente similares.

Es importante recordar que como lo menciona Oliveira et. al., (2019), las propiedades mecánicas de los ionómeros de vidrio pueden verse influenciadas por varios factores. Si bien los materiales son los mismos, el fabricante no da la cantidad exacta de las partículas en la composición de los materiales ensayados.

Otro punto de importancia son las puntas dispensadoras, si bien, han surgido como un medio para mejorar la utilización de los cementos, ya que sabemos que este tipo de material es sumamente sensible a la técnica de manipulación, estas también ayudan a evitar la incorporación de aire durante el mezclado.

Sin embargo existen otros factores a considerar como la relación de la mezcla, el diseño de la punta, el diámetro de la salida de la boquilla e incluso la angulación de la punta al colocar el material puede o no favorecer la formación de burbujas de aire.

En los resultados del estudio elaborado por Yuan Li et. al., (2015), el modo de curado no demostró afectar significativamente la resistencia diametral a la compresión. Más bien, la diferencia en las resistencias a la compresión de los cuatro cementos RMGIC comparados dependía principalmente de la composición del material. Además, no hay diferencias significativas entre las resistencias a la compresión de los dos modos de curado dual RGMIC, NR y RL.

En cuanto al grosor de película, ninguno de los cementos de fijación probados demostró un espesor de película que probablemente pueda interferir con el asentamiento de una restauración ya que se encuentran dentro de los parámetros promedio especificados por The American Dental Association (ADA).

El espesor de la película de un agente de cementación debe ser mínima bajo presión para permitir la restauración indirecta adaptarse a la preparación lo más cerca posible. Las normas ISO actuales requieren un espesor de película en el tiempo de asentamiento no mayor a 25 mm para materiales de cementación a base de agua y no mayor de 50 mm para cementos a base de resina. Aunque los agentes de cementación RMGI no encajan totalmente en ninguna categoría, todos los materiales evaluados cumplieron con los criterios de 25 mm para cementación a base de agua.

Este estudio también utilizó las pruebas de espesor de película como una prueba del tiempo de trabajo, en el que un espesor de película excesivo indica que ya había transcurrido el tiempo de trabajo. Se determinó que la mayoría de los cementos de ionómero de vidrio modificados con resina poseen también un gran espesor de película cuando se prueba a un punto cercano al límite de tiempo de trabajo especificado por el fabricante.

La hipótesis nula fue que no habría diferencias en el espesor de película entre los cementos ensayados, sin embargo el resultado arrojó información diferente.

El estudio elaborado por Kious et. al., (2009) consideran un alternativa viable probar con intervalos de tiempo discretos como un mejor método para comparar múltiples cementos que el método ISO de prueba siguiendo el tiempo de trabajo recomendado por el fabricante. También menciona que el tiempo de trabajo del fabricante probablemente debería ser considerado el último punto posible para el asentamiento adecuado de restauraciones indirectas.

En los resultados de la evaluación del espesor de película realizados por Garner et. al. (2015), no se encontraron diferencias significativas en el espesor de la película observado entre los 3 agentes de cementación que se estudiaron (Nexus RMGI, UltraCem, GC Fuji Cem 2, and RelyX Luting Plus), y todos estaban por debajo tanto de la especificación ISO 9917-1 como la ANSI/ADA número 8, del valor máximo permitido de 25 mm.

### **4.3 Conclusión**

La cementación en rehabilitación bucal es un paso fundamental para garantizar la permanencia en boca de nuestras restauraciones de manera íntegra y eficiente, como odontólogos buscamos utilizar materiales con excelentes características físicas y mecánicas que nos garanticen el funcionamiento adecuado de nuestras restauraciones, por ello la importancia de conocer las propiedades físicas de los materiales que utilizamos sobre todo las relacionadas con las fuerzas masticatorias de naturaleza compresiva, así como el grosor de película de nuestro cemento a elegir.

En este estudio se demostró la existencia de diferencias significativas dependiendo de la marca de cemento a utilizar, se observó que el cemento de ionómero de vidrio modificado con resina de la marca FujiCEM 2 (GC) con una presentación de cartucho y puntas dispensadoras, presentó una mayor resistencia diametral a la compresión con respecto a los otros dos grupos comparados. Aunque es importante recalcar que la correcta manipulación de estos materiales es fundamental para la obtención de mejores resultados, sea cual sea la marca que estemos utilizando.

En cuanto al grosor de película se encontró que existe diferencia significativa de un grupo a otro, siendo NEXUS™ RMGI (Kerr) el que presentó un menor grosor de película respecto a los otros dos grupos en este estudio, lo cual es importante ya que como lo menciona Rosenstiel et. al., (1998), este grosor del agente cementante puede afectar a largo plazo el éxito clínico de nuestras restauraciones.

## **5. REFERENCIAS**

AlJamhan A. S. 2011. *In-vitro wear and hardness of new conventional glass ionomer Cement coated with nano-filled resin* (Doctoral dissertation).

Anusavice, K J. 1996. "Challenges to the Development of Esthetic Alternatives to Dental Amalgam in an Academic Research Center." *Acad Dent Mater Trans* 9: 25–50.

Attar, Nuray, Laura E Tam, and Dorothy Mccomb. n.d. "Mechanical and Physical Properties of Contemporary Dental Luting Agents," 127–34.

Bell R. B., and Barkmeier W. W. 1994. "Glass-ionomer restoratives and liners: shear bond strength to dentin." *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 6 (3). 129–34.

Berzins, D.W., S. Abey, M.C. Costache, C.A. Wilkie, and H.W. Roberts. 2010. "Resin-Modified Glass-Ionomer Setting Reaction Competition." *J Dent Res*, 89 (1): 82–86.

Burgess, J O, and L Burkett. 1993. "Shear Bond Strength of Four Glass Ionomers to Enamel and Dentin." *J Dent Res* 72: 388.

Burgess J., Norling B. and Summitt J. 1994. "Resin Ionomer Restorative Materials: The New Generation." *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 6 (5). 207–15.

Cho G., Kaneko L., Donovan T., and White S. n.d. "Diametral and Compressive Strength of Dental Core Materials."

Dental, Bayer. 1996. "Long-Term Mechanical Characteristics of Resin-Modified Glass Ionomer Restorative Materials," no. 1995: 64–69.

Devices, Council on Dental Materials and. 1978. "Revised American National Standards institute/American Dental Association Specification No. 8 for Zinc Phosphate Cement." *The Journal of the American Dental Association* 96 (1).

121–23.

Driscoll, Carl F, Martin A Freilich, Albert D Guckes, Kent L Knoernschild, and Thomas J McGarry. n.d. "The glossary of Ninth Edition."

El-mowafy, Omar. 2001. "The Use of Resin Cements in Restorative Dentistry to

Overcome Retention Problems (Utilisation Des Résines-Ciments En Dentisterie Restauratrice” 67: 97–102.

Fritz, Ulrike B, and Shigeru Uno. 1996. “Resin-Modified Glass Ionomer Cements: Bonding to Enamel and Dentin.” *Dental Materials* 12 (3). 161–66.

Hallett, K B, and F Garcia-Godoy. 1993. “Microleakage of Resin-Modified Glass Ionomer Cement Restorations: An in Vitro Study.” *Dental Materials* 9 (5). 306– 11.

Implications, Clinical. n.d. “Mechanical Properties of Dental Luting Cements,” 597–609.

ISO, I S O. 2003. “9917-1 Dentistry--Water-Based Cements--Part 1: Powder/Liquid Acid Based Cements.” Geneva. Switzerland: *International Organization for Standardization*.

Kerby, Ronald E, Edwin A McGlumhy, and Julie A Holloway. 1992. “Some Physical Properties of Implant Abutment Luting Cements.” *International Journal of Prosthodontics* 5 (4).

Khoroushi, Maryam, Tayebeh Mansoori-Karvandi, and Saeed Hadi. 2012. “The Effect of Pre-Warming and Delayed Irradiation on Marginal Integrity of a Resin-Modified Glass-Ionomer.” *Gen Dent* 60 (6): e383-8.

Kious, Andrew R., Howard W. Roberts, and William W. Brackett. 2009. “Film Thicknesses of Recently Introduced Luting Cements.” *Journal of Prosthetic Dentistry* 101 (3). The Editorial Council of the Journal of Prosthetic Dentistry: 189–92.

Lohbauer, Ulrich. 2010. “Dental Glass Ionomer Cements as Permanent Filling Materials? —Properties, Limitations and Future Trends,” 76–96.

Matsuya, S, T Maeda, and M Ohta. 1996. “IR and NMR Analyses of Hardening and Maturation of Glass-Ionomer Cement.” *Journal of Dental Research* 75 (12). 1920–27.

Mclean, Jonh W. 1994. “Proposed Nomenclature for Glass-Ionomer Dental Cements and Related Materials.” *Quintessence Int* 25: 587–90.

Mitra, S B. 1991. “Journal of Dental Research,” 1–4. Mount, G J. 2002. “Color Atlas

of Glass Ionomer Cements.” *London: Dunitz*. Mount GJ, Hume WR. 2005. *Preservation and Restoration of Teeth*. 2nd.

Nicholson, J. W., B. Czarnecka, and H. Limanowska-Shaw. 1999. “The Long-Term Interaction of Dental Cements with Lactic Acid Solutions.” *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* 10 (8): 449–52.

Nicholson, John W. 1998. “Chemistry of Glass-Ionomer Cements : A Review” 19.

Nicholson, John W, and Beata Czarnecka. 2008. “The Biocompatibility of Resin-Modified Glass-Ionomer Cements for Dentistry” 4: 1702–8.

P, Nagaraja Upadhya, and G Kishore. 2005. “Glass Ionomer Cement – The Different Generations” 18 (January).

Pereira, Coelho L., Calvo M., Pessutti N., Guenka R., Palma D., John M Powers, Jean-François Roulet, and Maria Fidela de Lima Navarro. 2002. “Mechanical Properties and Bond Strength of Glass-Ionomer Cements.” *Journal of Adhesive Dentistry* 4 (1).

Powis, D R, T Follerås, S A Merson, and A D Wilson. 1982. “Materials Science: Improved Adhesion of a Glass Ionomer Cement to Dentin and Enamel.”

*Journal of Dental Research* 61 (12). 1416–22. Rosenstiel, S F, M F Land, and B J Crispin. 1998. “Dental Luting Agents: A Review

of the Current Literature.” *The Journal of Prosthetic Dentistry* 80 (3): 280–301.

S, Douglas M Barnes D D, Lawrence W Blank D D S, James C Gingell D D S, and Patricia P Gilner M Ed. 1995. “A clinical evaluation of a resin-modified.” *The Journal of the American Dental Association* 126 (9). American Dental Association: 1245–53.

Sidhu, Sharanbir, and John Nicholson. 2016. “A Review of Glass-Ionomer Cements for Clinical Dentistry.” *Journal of Functional Biomaterials* 7 (3): 16.

Sim, T P C, and S K Sidhu. 1994. “The Effect of Dentinal Conditioning on Light-Activated Glass-Ionomer Cement.” *Quintessence International* 25 (7).

Toras, F M, and I M Hamouda. 2017. “Effect of Nano Filler on Microhardness, Diametral Tensile Strength and Compressive Strength of Nano-Filled Glass

Ionomer.” *Int J Dentistry Oral Sci* 4 (2): 413–17.

Uno, Shigeru, Werner J Finger, and Ulrike Fritz. 1996. “Long-Term Mechanical Characteristics of Resin-Modified Glass Ionomer Restorative Materials.” *Dental Materials* 12 (1). 64–69.

Utz, K H, M Grüner, and R Vothknecht. 1989. “Cervical Discrepancies and Closeness of Marginal Fit of Full Cast Crowns in Correlation with the Luting Agent Used.” *Deutsche Zahnärztliche Zeitschrift* 44 (11): 901–4.

White, Shane N, and Zhaokun Yu. 1993. “Compressive and Diametral Tensile Strengths of Current Adhesive Luting Agents.” *The Journal of Prosthetic Dentistry* 69 (6). 568–72.

Wilson, A D. 1977. “Experimental Luting Agents Based on the Glass Ionomer Cements.” *Br Dent J* 142: 117–22.

Wilson, A D, and B E Kent. 1971. “The Glass-Ionomer Cement , a New Translucent Dental Filling Material” 21: 1971.

Xie, D, W A Brantley, B M Culbertson, and G Wang. 2000. “Mechanical Properties and Microstructures of Glass-Ionomer Cements ” 16: 129–38.