



**Universidad Autónoma de Querétaro**

**Facultad de Medicina**

**“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DOS  
MATERIALES RESTAURADORES UTILIZADOS EN ODONTOPEDIATRÍA AL  
CONTAMINARSE CON SALIVA”**

**Tesis**

Que como parte de los requisitos  
para obtener el Diploma de la

**ESPECIALIDAD EN ODONTOPEDIATRÍA**

Presenta:

C.D. Ilse Nair Anaya Gutiérrez

Dirigido por:

L.O. E.O. Ana Liz Yáñez Gutiérrez

Querétaro, Qro. a 01 de agosto 2023

C. D. ILSE NAIR ANAYA GUTIÉRREZ

COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DOS MATERIALES  
RESTAURADORES UTILIZADOS EN ODONTOPEDIATRÍA AL CONTAMINARSE  
CON SALIVA

2023



Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales  
de Información



Comparación de la resistencia a la compresión de dos  
materiales restauradores utilizados en  
odontopediatría al contaminarse con saliva.

**por**

Ilse Nair Anaya Gutiérrez

se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons  
Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0  
Internacional](#).

**Clave RI:** MEESC-309412



Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Medicina  
Especialidad en Odontopediatría

“Comparación de la resistencia a la compresión de dos materiales restauradores utilizados en odontopediatría al contaminarse con saliva”.

### **Tesis**

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

Presenta:

C.D. Ilse Nair Anaya Gutiérrez

Dirigido por:

L.O. E.O. Ana Liz Yáñez Gutiérrez

L.O. E.O. Ana Liz Yáñez Gutiérrez  
Presidente

C.D.E.O. Laura Adriana Servín Maxemin  
Secretario

L.O. E. O. Mariana Magaña Sánchez  
Vocal

L.O. E. O. Laura Celeste Herrera Alaniz  
Suplente

L.O. E. O. Paola Perla Arellano Nabor  
Suplente

Centro Universitario,  
Querétaro, Qro. Agosto 2023  
México

## RESUMEN

**Introducción:** La caries dental es de las enfermedades más comunes en la infancia. En odontopediatría, después de la prevención nuestro compromiso es la restauración de las lesiones cavitadas y para ello existen diversos materiales en odontología con excelentes características que logran el éxito en la restauración de las cavidades después de eliminar el tejido cariado. La resina compuesta es el material restaurador más utilizado en la actualidad principalmente por sus excelentes propiedades estéticas y su adhesión al tejido dental. La introducción de la resina tipo Bulk Fill ha disminuido el tiempo en el sillón dental por su colocación en monobloque, generando su elección como material ideal en Odonropediatría. Por otro lado el Equia® Forte ha desempeñado excelentes resultados en resistencia lo que también lo hace un material de elección en restauraciones de dientes temporales. **Objetivo:** Determinar qué material tiene mayor resistencia a la compresión al contaminarse con saliva durante su aplicación: el ionómero Equia® Forte o la resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill. **Material y métodos:** Se llevó a cabo el estudio experimental *in vitro*, evaluando la resistencia a la compresión en 50 especímenes cilíndricos (3 mm x 6 mm), divididos en 4 grupos: 2 de control (n=10); Equia® Forte y resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill; y 2 de estudio contaminados con saliva en su elaboración (n=15). **Resultados:** El análisis estadístico se realizó utilizando el análisis t de student. En presencia y ausencia de saliva la resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill presentó menor resistencia a la compresión, con diferencias estadísticas significativas. **Conclusión:** Se concluye que la contaminación con saliva en la obturación de cavidades con ambos materiales restauradores, no afecta significativamente la resistencia a la compresión.

**Palabras clave:** Resistencia a la compresión, Equia® Forte y resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill.

## Summary

**Introduction:** Dental caries is one of the most common diseases in childhood. In pediatric dentistry, after prevention, our commitment is the restoration of cavitated lesions and for this there are various materials in dentistry with excellent characteristics that achieve success in restoring cavities after removing decayed tissue. Composite resin is the most widely used restorative material today, mainly for its excellent aesthetic properties and its adhesion to dental tissue. The introduction of the Bulk Fill type resin has reduced the time in the dental chair due to its monobloc placement, generating its choice as the ideal material in pediatric dentistry. On the other hand, Equia® Forte has performed excellent results in resistance, which also makes it a material of choice in temporary tooth restorations. **Objective:** To determine which material has greater resistance to compression when contaminated with saliva during its application: Equia® Forte ionomer or 3M™ Filtek™ Bulk Fill resin. **Material y métodos:** Se llevó a cabo el estudio experimental in vitro, evaluando la resistencia a la compresión en 50 especímenes cilíndricos (3 mm x 6 mm), divididos en 4: 2 de control (n=10); Equia® Forte y resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill; y 2 de estudio contaminados con saliva en su elaboración (n=15). **Results:** Statistical analysis was performed using student's t-analysis. In the presence and absence of saliva, the 3M™ Filtek™ Bulk Fill resin presented lower compressive strength, with statistically significant differences. **Conclusion:** It is concluded that saliva contamination in the filling of cavities with both restorative materials does not significantly affect compressive strength.

**Keywords:** Compressive strength, Equia® Forte and 3M™ Filtek™ Bulk Fill resin.

## Dedicatorias

A mis ahijados, Iker y Diego.

## Agradecimientos

Agradezco de corazón, a toda la gente que cruzó este camino conmigo. Agradezco al universo y a la vida por brindarme esta oportunidad que tanto anhelé. Agradezco infinitamente a mis padres por brindarme su apoyo desde el momento que decidí tomar este paso, por estar conmigo en los momentos más difíciles y por nunca dejarme desolada en el camino. Agradezco a mi hermana Susana por ayudarme durante todo este periodo en todo lo que estuvo a su alcance y definitivamente a mis sobrinos Leo e Iker por darme esa luz en tanta oscuridad que pasé. A Ingrid, por estar pendiente de mí y aunque fuera a distancia estar presente cuando lo requerí. Agradezco al Licenciado Alexis Solís, por todo su apoyo en mis altas y más bajas que tuve durante este proceso. Agradezco a mi amiga Mary Triana, por ser uno de los pilares más importantes que hicieron esto posible, a Janine, por escucharme y aconsejarme siempre, a Jess por estar conmigo y ayudarme hasta las altas horas de la madrugada, a Ruth y Nan, por dejarme ser auténtica, respetarme y apoyarme en los mejores y peores momentos dentro de la especialidad, a Lu por ser tan comprensiva y tan excelente asistente y compañera de trabajo, a Paty por ser tan buena amiga desde el principio y siempre tener ese excelente ánimo y disposición para conmigo. A la Dra. Ana Liz por siempre estar cuando lo requerí y ser tan eficiente y responsable en este largo proceso de dirección de tesis, a mis maestros y compañeros de posgrados en general por favores, pacientes, conocimiento y demás brindado en mayor o menor medida durante mi desarrollo como odontopediatra.

Agradezco también a Yun por ser parte importante el primer semestre de la especialidad, por su amistad, su apoyo y sus atinadas palabras en todo momento, a Alejandro Luckie, por alentarme a no desistir en ningún momento, por su valioso tiempo y excelente compañía que definitivamente me alegraba cada día y me hizo tener fuerza y ánimo para llegar a donde estoy. A todos mis pacientes y a sus papás, por confiar en mi trabajo, por dejarme ser parte de su salud bucal y por enseñarme tanto en el proceso. Agradezco también a la Dra. Mariana por siempre estar, por ayudarme con la mejor de la energía, por siempre decirme palabras tan alentadoras de mi persona y mis habilidades, por creer en mí desde el principio y nunca negarme su ayuda en toda la especialidad, aprendí muchísimo y me encantó conocerla.

Así mismo a la Dra. Cynthia Castro, por ser tan dura conmigo y hacer de mí una mejor versión gracias a ello, a la Dra. Moni por siempre estar disponible y tener la mejor de las actitudes, llenarme de conocimiento y compartirme sus mejores consejos, al Dr. Andaracua, por estar siempre disponible para mí y con la mejor actitud posible, por todo su apoyo y sus consejos, por escucharme y resolverme todas las dudas del mundo, en verdad le agradezco mucho. También, por su puesto al Dr. Mancilla por su apoyo, su conocimiento, sus consejos y su siempre buena vibra desde el inicio del proceso de aceptación. Y no puede faltar mi agradecimiento sincero al Dr. Rubén por soportarme, ayudarme y, ser tan sincero y auténtico como nadie más.

## Índice (cuando esté concluido, oculten los bordes)

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>Resumen</b>	i
<b>Summary</b>	ii
<b>Dedicatorias</b>	iii
<b>Agradecimientos</b>	iv
<b>Índice</b>	v
<b>I. Introducción</b>	1
<b>Justificación</b>	4
<b>II. Antecedentes</b>	4
<b>III. Fundamentación teórica</b>	14
<b>IV. Hipótesis</b>	15
<b>V. Objetivos</b>	16
V.1 General	16
V.2 Específicos	16
<b>VI. Material y método</b>	17
VI. 1 Diseño de investigación	17
VI. 2 Muestra	17
VI. 2.1 Criterios de selección	17
VI. 3 Variables estudiadas	17
VI. 4 Metodología	18
VI. 5 Procedimiento	18
VI. 5.1 Análisis estadístico	22
VI. 5.2 Consideraciones éticas	23
<b>VII. Resultados</b>	24
<b>VIII. Discusión</b>	25
<b>IX. Conclusiones</b>	28
<b>X. Propuestas</b>	28
<b>XI. Bibliografía</b>	29
<b>XII. Anexos</b>	35



## I. Introducción

En la década de 1940 las resinas compuestas se implementaron para sustituir las acrílicas usadas en odontología como materiales restauradores. En 1955, Buonocore usó ácido ortofosfórico para fortalecer la adhesión de las resinas acrílicas al esmalte y en 1962 Bowen desarrolló el glicidilmetacrilato de bisfenol A (BISGMA) para mejorar las características físicas de resinas. A pesar de que han pasado más de 50 años de la formulación de Bowen, no se han registrado desarrollos significativos en las propiedades mecánicas. Después de la década de 1970, surgieron los materiales compuestos que fueron polimerizados por radiación electromagnética, una fuente de luz ultravioleta a 365 nm. Sin embargo, debido a la pobre polimerización y efectos secundarios iatrogénicos, esto fue reemplazado por luz a una longitud de onda de 425-491nm (Cangul y Adiguzel, 2017).

Con la introducción de la resina con base en materiales compuestos, comenzó un gran desarrollo en la odontología restauradora. Las resinas compuestas que se utilizan hoy en día están hechas por una matriz orgánica, partículas de relleno inorgánico y un agente de unión, activadores de polimerización, los compuestos que le dan color y moléculas que forman compatibilidad con los tejidos dentales duros (Chen et al., 2021).

Hay muchas ventajas en el uso de las restauraciones adhesivas como la protección de la estructura dental sana, disminución de la microfiltración y prevención de la sensibilidad post operatoria, decoloración marginal y la formación de descomposición secundaria (Wendler et al., 2021).

Los últimos avances en resinas restauradoras se han centrado en reducir la contracción de polimerización, aumentando la estética, resistencia al desgaste, y proporcionando mimetismo de color. Con este objetivo, se han introducido varias marcas al mercado con distintas propiedades positivas con respecto al desempeño clínico. Es un

procedimiento que requiere una adecuada técnica de aplicación y exige ciertas características que se requieren cumplir para ello (Delaviz et al., 2014; Donly et al., 1990).

Los compómeros (ionómeros de vidrio modificados con resina) se introdujeron en el mercado en 1990 como resinas compuestas modificadas con poliácidos, y se derivaron de una combinación de compuestos y cementos de ionómero de vidrio como un material biocompatible que puede ser unido a los tejidos dentales duros, proporcionando fluoruro. El objetivo de este nuevo material era intentar mantener el beneficio, minimizando las desventajas de las resinas y ionómeros de vidrio. Debido a la superioridad de las propiedades, principalmente el endurecimiento con luz. Con respecto a las propiedades físicas, los compómeros son menos eficaces que las resinas compuestas pero tienen propiedades superiores en comparación con los ionómeros de vidrio (Hirata et al., 2015; Agha et al., 2021).

Los compómeros están formados por grupos metacrilato y policarboxilato, con resinas que se pueden polimerizar, partículas de relleno de vidrio como fluoroaluminosilato, fluorosilato de estroncio o bario fluorosilato vidrio, disparadores de fotos (canforoquinona/sistema de aminas) y balanceadores. Tienen indicaciones limitadas para uso clínico y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante se utilizan en cavidades cervicales por erosión y lesiones por abrasión con o sin caries, en restauraciones proximales anteriores, en restauraciones con poca carga masticatoria, en reparación temporal de fracturas dentales y como material de relleno si hay menos del 50% de dentina presente en la corona. (Sidhu et al., 2016; Berzins et al., 2010).

La resina compuesta ha tenido un crecimiento veloz en su utilización en dientes posteriores para satisfacer clínicamente la demanda estética y funcional. Los sistemas adhesivos se utilizan para darle unión eficiente a los componentes de resina y el tejido dental, lo que hoy en día es de suma importancia para el éxito y la longevidad de las restauraciones. Diversos factores, como la técnica de aplicación, la fotopolimerización eficiente, entre otros, contribuyen a lograr el éxito clínico en las restauraciones posteriores directas de resina. La contracción de los metacrilatos en las resinas compuestas como resultado directo de la polimerización es un fenómeno ampliamente investigado en la literatura; ocurre inevitablemente

cuando los monómeros de resina se acercan entre sí y se unen de manera covalente para formar el polímero. Si las tensiones internas de las fuerzas de contracción superan a las fuerzas de resistencia en las superficies internas de la cavidad, se pierde el sellado entre el diente y la resina. La contracción en la polimerización de las resinas puede generar desintegración marginal, formación de grietas en el esmalte, reducción en la fuerza de unión, puede comprometer las propiedades mecánicas y crear espacios entre la resina y el tejido dental; todos estos son factores que pueden disminuir el éxito o aumentar el fracaso de una restauración. La tensión podría tener la suficientemente fuerza para crear una grieta dentro del material de restauración (Putzeys, et al., 2020; Ilie, 2019; Hayashi et al., 2020).

Además de optimizar el material en el desarrollo de resinas compuestas, es especialmente importante simplificar su aplicación. Las mejoras han llevado al desarrollo de resinas bulk fill para reducir las desventajas de la técnica de incremento. En las resinas bulk fill, los compuestos aceleran los procedimientos de restauración porque pueden aplicarse en capas de hasta 4 mm y, en algunas circunstancias, en una sola aplicación. Algunas se fabrican como material de restauración posterior, mientras que otras se producen sólo para su uso como material base que debe cubrirse con resina convencional. Los fabricantes también afirman que estos materiales muestran una baja contracción de polimerización y una mayor profundidad de fotocurado. Eso impide la formación de brechas entre compuestos evitando así capas y contaminación (Akarsu, et al., 2019).

Los dientes experimentan cargas cíclicas de forma rutinaria durante su vida debido a las fuerzas de la masticación, el rechinar y el escalofrío. Aunque existe la posibilidad de una sola carga mecánica que conduzca a una falla catastrófica, la carga repetitiva debido a la masticación puede conducir a la propagación de grietas en el tejido dental y/o las restauraciones, afectando negativamente la funcionalidad a largo plazo y la estabilidad estructural de los dientes afectados. Debido a que dichas tensiones cíclicas se repiten más de  $3 \times 10^5$  veces al año en una persona promedio, los materiales de restauración dental deben ser capaces de resistir a la falla por fatiga en condiciones de carga cíclica. Es necesario comprender dicho comportamiento al comparar materiales de restauración existentes o diseñar nuevos. En ese sentido, los compuestos dentales a base de resina han experimentado un mayor uso en

restauraciones de aplicación directa, y existe evidencia de que su rendimiento clínico a largo plazo no es tan bueno como el de la amalgama en restauraciones posteriores que soportan cargas elevadas (Shah, et al., 2009).

### Justificación:

El que se determine qué material tiene mayor resistencia a la compresión al contaminarse con saliva durante su aplicación, favorecerá el éxito de los procedimientos en Odontopediatría, con la finalidad de que el tratamiento sea rápido y efectivo, sin necesidad de repetirse y/o cansar al paciente.

## **II. Antecedentes**

La caries es una de las principales enfermedades orales a nivel mundial. La caries es la destrucción localizada de tejido dental duro susceptible por subproductos ácidos de la fermentación bacteriana de carbohidratos. El proceso de caries es la secuencia dinámica de interacciones biofilm-diente que pueden ocurrir con el tiempo sobre y dentro de la superficie dental. La caries es una enfermedad multifactorial, que es en gran parte prevenible; el proceso de la enfermedad da como resultado la pérdida de iones minerales de la superficie y el subsuelo del diente, lo que puede conducir a la cavitación superficial. Esto se puede tratar y revertir en sus primeras etapas; por lo tanto, la detección temprana es altamente deseable y posible en la mayoría de los casos, sin necesidad de restaurar el diente. Los factores de riesgo modificables y no modificables son importantes contribuyentes y los determinantes sociales de la salud juegan un papel importante en la evaluación del riesgo, la prevención, el tratamiento y la evolución de la lesión de caries (FDI World Dental Federation. 2013).

La caries de la infancia temprana severa, es un término que describe cualquier signo de lesiones cariosas en superficies lisas de los dientes, en niños menores de tres años, se presenta como un proceso rápidamente destructivo, sobre todo en niños con alimentación por biberón o materna prolongada con falta de higiene bucal, así como dieta semisólida rica en carbohidratos. La caries de la primera infancia, en niños en edad preescolar es muy común, en su gran mayoría no es necesario realizar tratamiento y puede tener gran impacto en la vida de los niños. Clínicamente es la presencia de una o más desmineralizaciones (no cavitadas) o lesiones cavitadas, en cualquier diente deciduo en un niño menor de seis años (Pitts et al., 2019).

La caries de infancia temprana severa consiste en cualquier indicio de caries en una superficie lisa, estando o no estando cavitada, en niños de 36 meses de edad o menos. El dolor es la primera consecuencia asociada, afectando principalmente la alimentación y logra alterar los patrones de sueño. Se asocia a malnutrición ya que se conoce que la inflamación por pulpitis y abscesos dentales suprimen el crecimiento y reducen la hemoglobina contribuyendo al bajo peso en niños. Con frecuencia esta enfermedad conduce a la pérdida de dientes anteriores pudiendo así afectar el desarrollo del lenguaje. Dentro de las repercusiones psicosociales se incluyen la baja autoestima, bullying, inseguridad y estrés relacionado a la necesidad de tratamiento dental. Así también las consecuencias a largo plazo de esta enfermedad están relacionadas con la desnutrición, riesgo alto de tener caries en dientes permanentes y maloclusiones. Existe evidencia que esta enfermedad afecta a personas de bajos recursos desproporcionalmente; los niños son más propensos a desarrollar caries si padecieron caries a edad temprana, aunque también se sabe es influenciado por la higiene bucal, la baja exposición a fluoruros tópicos, la dieta alta en azúcar, entre otros. (Villagrán et al., 2021).

La caries secundaria, se produce en relación con las restauraciones existentes; es el motivo más frecuente de sustitución de restauraciones de resina compuesta. Las lesiones desarrolladas en la caries secundaria son debido al continuo metabolismo en biopelículas acidogénicas estancadas en el borde de la restauración dental. La progresión de la lesión se ve favorecida por restauraciones imperfectas o defectuosas. Márgenes con espacios o sobre

extensiones, pero la caries secundaria también puede ser promovida por la insuficiente capacidad de amortiguación. Tanto el esmalte como la dentina se demostró que elevan el pH de las soluciones ácidas y la proliferación de bacterias (Schlafer et al., 2021).

La clasificación original de las cavidades cariosas en las superficies dentales expuestas fue propuesta por Black a principios del siglo XX. Un siglo después, este sistema sigue siendo utilizado por la mayoría de los odontólogos. Durante los últimos 30 años ha habido notables mejoras en la comprensión de la etiopatología y la naturaleza del proceso de caries. La clasificación de caries de Black, se basa en cinco diseños de cavidad estandarizados, independientemente de la etapa o el tamaño de la lesión. Cualquier clasificación revisada debe reconocer el sitio, el estadio, la actividad y el tamaño de las lesiones, tanto para caries primarias como para caries recurrentes, asociadas con restauraciones y selladores. Idealmente, cualquier nueva clasificación sería relevante para los dientes temporales y permanentes y tendría en cuenta las consecuencias sistémicas de la caries no tratada (FDI World Dental Federation; 2013).

La resina compuesta ha progresado a ser uno de los materiales más utilizados en restauraciones durante los últimos 20 años. Por su excelente estética, su conductividad térmica relativamente baja, la estabilidad de la composición de sus propiedades. Más recientemente, las resinas se han usado en restauraciones de dientes anteriores (Donly et al., 1990). Varios estudios por Tonn y Ryge, (1985); Roberts et al., (1985); Oldemburgo, (1985); Nelson et al., (1980) confirman el éxito de restauraciones de resina en cavidades clase I y II en dientes primarios (Donly et al., 1990).

Las resinas compuestas microhíbridas se utilizan actualmente para dirigir restauraciones en dientes posteriores y su éxito clínico a largo plazo está relacionado con propiedades mecánicas favorables. Sin embargo, se deben considerar algunos inconvenientes, como la necesidad de una técnica de inserción incremental y la tensión de contracción de polimerización en la interfaz compuesto/adhesivo; lo que comprometería la integridad de la restauración causando fugas marginales y sensibilidad postoperatoria. La técnica de restauración incremental se ha desarrollado para modificar el patrón de contracción en

restauraciones directas, que utiliza la resina compuesta convencional microhíbrida insertada en la cavidad en pequeños incrementos. Sin embargo, es un procedimiento que requiere mucho tiempo e incorporaría vacíos al alojar burbujas de aire durante la inserción incremental (Campos et al., 2014).

Desde que se introdujeron las resinas de fotopolimerizado, se ha empleado la técnica de incrementos. En estas resinas la penetración de la luz es indispensable, la profundidad de polimerización se determina por los monómeros, los fotoiniciadores y la opacidad del material; la efectividad de la luz se puede afectar por factores como: la longitud de onda, la intensidad de la luz, la distancia de la fuente de luz y el tiempo de exposición de la misma. La técnica de incrementos se ha utilizado para solucionar la contracción dimensional, resultado de la reacción a la polimerización. Reduciendo así el riesgo de que existan burbujas internamente y confeccionando la anatomía oclusal antes de su polimerización. Sin embargo, esta técnica se puede llegar a considerar de largo tiempo de trabajo, en especial en dientes posteriores, debido a que cada incremento aumenta el potencial de que se generen burbujas entre las capas. La posibilidad de contaminación que puede afectar la restauración aumenta en razón inversa al tiempo de colocado, adaptación y polimerización de cada incremento (3M ESPE, 2023).

Para reducir el estrés de contracción de la resina convencional, reducir el tiempo clínico y facilitar la manipulación del material, se desarrollaron las resinas Bulk Fill, que como objetivo principal fue diseñar un material que permitiera la aplicación y polimerización del material de restauración con una profundidad de 5 mm hasta la superficie oclusal. Los materiales de relleno incluidos en la resina Filtek™ Bulk Fill fueron diseñados para aumentar la fuerza, resistencia al desgaste y radiopacidad, así como minimizar la contracción y conservar su fácil manejo; contiene AUDMA, UDMA, y 1, 12-dodecanediol-DMA. El sistema de relleno de Filtek™ Bulk Fill optimizado con la adición de un aglomerado de partículas de trifluoruro de iterbio ( $\text{YbF}_3$ ) de 100 nm, aumentan la radiopacidad. Los rellenos restantes son una mezcla de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, zirconia aglomerada/no agregada de 4 a 11 nm y un agregado de relleno en cluster de zirconia/silica, haciendo que la carga total de material de relleno inorgánico sea de 76.5% por peso y 58.4% por volumen. El DDDMA, La resina Filtek™ Bulk Fill presenta un módulo de flexión alto con buena flexibilidad y resistencia al impacto. La

resistencia a la flexión es el valor obtenido en el momento de fractura y se determina en la misma prueba que el módulo de flexión. La resistencia a la compresión es muy importante debido a las fuerzas masticatorias (3M ESPE, 2023).

Recientemente, las resinas bulk fill, que pueden usarse en una sola capa de 4 a 5 mm de espesor, se han propuesto como una alternativa para simplificar el procedimiento de restauración y disminuir la tensión de contracción de la polimerización. Siempre que la calidad de la restauración resultante sea comparable o supere la de la técnica de incremento. La resina bulk fill es la preferida para restaurar cavidades profundas. No obstante, la unión a la dentina del piso de la cavidad puede ser un reto en restauraciones amplias y profundas, incluso utilizando resinas bulk fill de última generación. (Putzeys, et al., 2020; Hayashi et al., 2020; Ilie, 2019). Hayashi et al., (2020) informó que todas las resinas probadas perdieron la adaptación al piso en cavidades de 4 mm de profundidad debido a la contracción de polimerización. Se han realizado mejoras en los compuestos de resina bulk fill mediante la modificación de la matriz orgánica, el contenido de iniciador y relleno, la forma y el tamaño. La contracción volumétrica en los materiales a base de metacrilato se genera durante la polimerización debido a la disminución de la distancia entre los monómeros, esto sucede porque las fuerzas débiles de van der Waals entre los monómeros se convierten en enlaces covalentes. La magnitud de la tensión y su distribución se ven afectados por la composición de la matriz, el volumen, el factor C y la estabilidad en la reacción de polimerización. Estas tensiones afectan la interface entre la restauración y el tejido dental, generando espacios y conduciendo a problemas clínicos posteriores, como la sensibilidad postoperatoria, por el movimiento de fluidos en los túbulos dentinarios (Brown, 2013).

Una recomendación para el uso clínico de resinas bulk fill basadas en evidencia requiere estudios clínicos bien diseñados durante mucho tiempo; los estudios de laboratorio en una configuración clínicamente relevante pueden proporcionar información útil sobre el rendimiento clínico de estos materiales. Se han comercializado principalmente como compuestos de resina de baja viscosidad o de viscosidad regular. Debido al desgaste y las propiedades mecánicas, se recomienda colocar la mayoría de las resinas bulk fill con una capa adicional de resina híbrida en la superficie oclusal. A la comparación de la adaptación interna



entre las resinas bulk fill y las resinas convencionales colocadas en forma incremental se presenta una mejor adaptación interna en la técnica incremental (Brown, 2013).

Para lograr una buena longevidad, el cuidado en la colocación es esencial, a través de técnicas simplificadas cuando es posible. Las resinas bulk fill se manipulan en cavidades profundas, esto genera calor en la restauración y se transfiere dentro de la cavidad lo que hoy en día sigue siendo una preocupación para la salud pulpar (Yang et al., 2021).

La intensidad de la fuente de luz, el espesor de la dentina restante, el contenido de resina, la técnica de colocación y la distancia entre la fuente de luz y el compuesto de resina también son factores que afectan el aumento de la temperatura, pudiendo generar un traumatismo térmico debido a la preparación de la cavidad y la polimerización exotérmica de las resinas. Se utilizan varias fuentes de luz para la polimerización de los materiales de restauración y, si no se controlan, pueden dañar el tejido pulpar de forma irreversible (Akarsu, et al., 2019).

La producción de calor es el mayor estrés que se le puede generar a la pulpa, ya que es un tejido altamente vascularizado y contiene el principal sistema regulador de distribución del calor en los dientes, capaz de disipar el calor transferido por estímulos térmicos externos al complejo dentino-pulpar, este consiste en una cantidad relativamente grande de tejido encerrado en las paredes de la dentina con una circulación terminal y sin suministro de sangre colateral. Por esta razón, la pulpa es susceptible al aumento de temperatura cuando se expone a un estímulo térmico. Aunque existe falta de información sobre los cambios en el tejido pulpar bajo diferentes protocolos y aplicaciones de curado, las reacciones térmicas en la periferia de la pulpa pueden causar lesiones en la capa odontoblástica que conducen a la degeneración, la coagulación del protoplasma y la expansión del líquido en los túbulos dentinarios. El aumento de la temperatura intrapulpar durante la polimerización de las resinas es una de las condiciones más importantes que pueden dañar la pulpa. Aunque el calor liberado durante la reacción exotérmica de las resinas compuestas puede contribuir al aumento de la temperatura intrapulpar, las lámparas de polimerización siguen siendo la fuente de calor más responsable de este aumento. Por lo tanto, el tipo de luz de curado, la salida radiante, los valores de

exposición y el perfil del haz de luz juegan un papel importante en el aumento de la temperatura de la pulpa (Akarsu, et al., 2019).

Las resinas bulk fill son un grupo especial de materiales de restauración diseñados para reducir tiempo en el sillón dental, necesario para colocar una restauración directa. Sin embargo, otros factores determinan el éxito clínico de un material restaurador. Clínicamente, las principales razones del fracaso de la restauración directa son caries secundarias y fractura de la restauración o del propio diente. A largo plazo las restauraciones de resina compuesta en los dientes posteriores pueden ser propensas al desgaste. Al tener las resinas bulk fill su propia composición, esta determina sus propiedades mecánicas y la resistencia al desgaste puede ser afectado. En un estudio in vitro donde el objetivo fue evaluar el desgaste de resinas bulk fill en comparación con una resina híbrido convencional. Las resinas bulk fill tuvieron una mayor tasa de desgaste y menor dureza que la resina nanohíbrida convencional, haciéndolas menos adecuadas para restauraciones sometidas a tensión (Osiewicz et al., 2021).

Un desafío importante es que la resina es propensa a la hidrólisis. Sin embargo, otras limitaciones dentro del sistema incluyen la contracción volumétrica al curado que genera un espacio marginal en la interfaz adhesiva entre la restauración y la estructura del diente. Este eslabón débil permite la microfiltración de bacterias y enzimas salivales en la brecha marginal, y esto finalmente reduce la longevidad de estos materiales de restauración a través de la destrucción bioquímica tanto de la resina como de las estructuras proteicas dentro de la interfaz. Para reducir la contracción volumétrica, se han considerado dos estrategias principales: aumentar el contenido de relleno y modificar el componente de monómero orgánico. El desafío actual de las resinas que experimentan contracción volumétrica al fotopolimerizarse es lograr la estabilidad volumétrica y, al mismo tiempo, lograr un alto grado de polimerización sin afectar el manejo clínico. Por lo tanto, se requiere el uso de monómeros a base de dimetacrilato en conjunto con ellos para lograr un tiempo de fraguado más rápido. Los estudios clínicos demuestran que la pequeña reducción en la contracción volumétrica no da como resultado una mejora significativa en la longevidad. La clave puede ser impedir la producción de caries secundaria y la ruptura marginal para controlar y reducir eficazmente el crecimiento de bacterias cariogénicas en la interfase marginal (Hayashi et al., 2019; Delaviz et al., 2014).

Hasta la fecha, las resinas liberadoras de flúor se han convertido en el tratamiento antimicrobiano destacado utilizado en la cavidad oral. Sin embargo, la mayoría de estos sistemas liberan fluoruro por difusión, lo que implica el intercambio de agua con la resina para liberar los iones de fluoruro, las propiedades antibacterianas se agotan pronto, lo que resulta una disminución de la difusión de fluoruro, limitando su rendimiento a largo plazo y la pérdida de la integridad mecánica. Además, con las dietas actuales que contienen altas cantidades de carbohidratos y la ingesta frecuente de alimentos, estos factores han sido incapaces de prevenir por completo la aparición de caries. Un enfoque alternativo favorable es que se pudiera generar actividad antibacteriana a largo plazo para superar los desafíos asociados con la contracción volumétrica y la ruptura marginal (Hayashi et al., 2019; Delaviz et al., 2014).

Osiewicz (2021) en un estudio comparó el mecanismo de desgaste de resina híbrida colocada en capas, resina convencional y resina bulk fill. Esperaba que la resina Bulk fill debajo de la capa de resina híbrida convencional conduciría a menor resistencia al desgaste en comparación con la resina híbrida convencional. Aparentemente, las resinas bulk presentan rigidez suficiente para permitir una distribución uniforme de la tensión superficial y actuar como un monobloque. La tasa de desgaste de las resinas bulk en este estudio, fue mayor que en la mayoría de los materiales restauradores. La tasa de desgaste del ionómero de vidrio y materiales compuestos de resina para restauraciones temporales es de aproximadamente 100  $\mu\text{m}/200\ 000$  ciclos. La resina bulk fill mostró una tasa de desgaste similar a la de materiales de obturación temporal, menores, pero no lo suficientemente para ser aplicados en áreas que soportan estrés, como en restauraciones posteriores y en pacientes con hábitos parafuncionales, como el bruxismo. En general, las diferencias de desgaste en las resinas utilizadas, están relacionadas con el volumen de partículas de relleno y su distribución, propiedades de la matriz, el grado de conversión, y la unión entre la matriz y el relleno. El bajo módulo de elasticidad de resinas bulk fill tiene la ventaja de poder reducir la contracción de polimerización dentro del compuesto, pero al mismo tiempo dará lugar a mayor deformación y desgaste por fatiga tanto en la restauración y la estructura dental remanente. Además, las resinas bulk fill tienen mayor contenido de agua, esto hace que sean más propensas al deterioro. Algunos autores demostraron que las propiedades físicas de las resinas bulk fill son menores

que las de una resina compuesta nanohíbrida convencional. Independientemente a esto, el estudio presente demuestra que el desgaste de las resinas bulk fill es relativamente alta y las restauraciones pequeñas se pueden hacer en un solo paso. En base a estos resultados, se determinan adecuadas para restauraciones en dientes primarios (Osiewicz et al., 2021).

Por otro lado, los ionómeros de vidrio, introducidos en 1972 (Wilson y Kent, 1972), fraguaban mediante una reacción ácido-base entre polímeros de ácido poliacrílico y bases de fluoroaluminosilicato. Junto con la liberación de flúor, su principal ventaja es su capacidad única de unirse químicamente a la estructura dental. Sus principales desventajas son baja resistencia inicial y sensibilidad a la humedad durante el fraguado (Berzins et al., 2010).

El término "ionómero de vidrio" no es estrictamente correcto. El nombre propio, según la Organización Internacional de Normalización, ISO, es "cemento de polialquenoato de vidrio" pero hoy en día es ampliamente utilizado dentro de la profesión dental. Este contiene tres ingredientes esenciales: ácido polimérico soluble en agua, vidrio básico y agua (Sidhu et al., 2016).

Los ionómeros de vidrio reforzados con resina se introdujeron en la profesión dental en 1991 (Sidhu et al., 2016). Se desarrollaron para mejorar las propiedades mecánicas, disminuir el tiempo de fraguado y atenuar la sensibilidad a la humedad (Berzins et al., 2010).

Contienen los mismos componentes esenciales que los ionómeros de vidrio convencionales pero incluyen un componente de monómero y un sistema iniciador asociado. El monómero suele ser metacrilato de 2-hidroxietilo, HEMA, y el iniciador es la canforquinona. Los ionómeros de vidrio modificados con resina se fijan mediante los procesos gemelos de neutralización (reacción ácido-base) y polimerización por adición, y el material resultante tiene una estructura complicada basada en los productos combinados de estas dos reacciones. Liberan fluoruro en un proceso de dos pasos y pequeñas cantidades de sodio, aluminio, fosfato y silicato en condiciones neutras. En condiciones ácidas, se liberan mayores cantidades y también se libera calcio (o estroncio). La liberación de iones en condiciones ácidas se asocia con un efecto amortiguador, es decir, el pH del medio de almacenamiento aumenta

gradualmente con el aumento del tiempo de almacenamiento. La biocompatibilidad se ve notablemente comprometida en comparación con los convencionales debido a la liberación del monómero HEMA, en cantidades variables, principalmente las primeras 24 horas. La cantidad depende del grado de fotopolimerización que haya experimentado. El HEMA puede difundirse a través de la dentina y es citotóxico para las células de la pulpa, puede causar problemas al personal dental, ya que es un alérgeno de contacto y es volátil, puede inhalarse con facilidad. A pesar de estas preocupaciones, no hay estudios suficientes en la literatura de reacciones adversas de pacientes o personal dental. Aunque tienen las mismas aplicaciones clínicas que los convencionales, no se recomiendan para la técnica TRA debido a la necesidad de usar lámparas de polimerización. Por lo tanto, se utilizan en restauraciones de Clase I, Clase II y Clase III, todas principalmente en dentición temporal, restauraciones de Clase V y como bases, selladores de fisuras entre otros (Sidhu et al., 2016; Agha et al., 2021).

En los ionómeros de vidrio reforzados con resina; después de la absorción de agua, su rendimiento es comparable con las resinas híbridas. Al medir la resistencia, la capa de resina es el factor predominante en la respuesta al estrés del material. La pérdida de fuerza en estos materiales mezclados a mano es significativamente menor que en la formulación encapsulada. Los límites de fatiga por flexión encontrados muestran que la absorción de agua provoca una disminución en la propiedad de fatiga. Los resultados de resinas de microrelleno muestran un límite de fatiga significativamente más bajo que los híbridos. En el grupo de ionómeros de vidrio, existe una situación de estado estable en la que no se produce un deterioro aparente: no existe una diferencia significativa para ninguno de los productos probados entre el límite de fatiga por flexión seco y húmedo. Estos hallazgos respaldan la opinión de Davidson en 1994, que existe una especie de "curación" o "reparación" en los ionómeros de vidrio. Para Dyract, no existe una diferencia significativa entre la resistencia a la fatiga en seco y en húmedo. Estos resultados también muestran su alta resistencia a la fractura, que varía en la resina híbrida, y no se refleja en la propiedad de fatiga. En este caso, el rendimiento del producto es equivalente al de los ionómeros de vidrio y las resinas de microrrelleno. Por lo tanto, no se deben sacar conclusiones basadas en los hallazgos de la resistencia a la fractura que refleja el comportamiento de fatiga

por flexión y uno debe decidir medir solo esa resistencia y bajo tales condiciones, el material se comportará más como otros ionómeros de vidrio (Braem et al., 1995; Agha et al., 2021).

### **III. Fundamentación teórica**

#### Resistencia a la compresión

Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión de un material que falla debido a la rotura de una fractura se puede definir, en límites bastante ajustados, como una propiedad independiente. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión (Instron, 2023).

#### Ionómero de vidrio reforzado con resina

De manera simplista, son un híbrido de ionómero de vidrio y resina compuesta que contienen componentes polimerizables y de base ácida (Berzins et al., 2010).

#### Equia® Forte

Es una innovación en tecnologías de resinas y ionómeros de vidrio de GC. Es el primer sistema que combina una manipulación rápida y fácil, así como unas propiedades físicas y estéticas perfectas e incomparables. Es un sistema de restauración único que ofrece restauraciones posteriores con una extraordinaria resistencia en todos los niveles (GC 2023).

## **IV. Hipótesis**

### Hipótesis de trabajo

La resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill tiene mayor resistencia a la compresión en comparación con el ionómero Equia® Forte al contaminarse con saliva durante su aplicación.

### Hipótesis nula

La resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill tiene menor resistencia a la compresión en comparación con el ionómero Equia® Forte al contaminarse con saliva durante su aplicación.

## **V. Objetivos**

### **V.1 Objetivo general**

Determinar qué material tiene mayor resistencia a la compresión al contaminarse con saliva durante su aplicación: el ionómero Equia® Forte o la resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill.

### **V.2 Objetivos específicos**

- Medir la resistencia a la compresión del ionómero Equia® Forte al contaminarse con saliva durante su aplicación.
- Medir la resistencia a la compresión de la resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill al contaminarse con saliva durante su aplicación.
- Comparar los resultados de la resistencia a la compresión del ionómero Equia® Forte y la resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill al contaminarse con saliva durante su aplicación.



## **VI. Material y métodos**

### **VI.1 Diseño de investigación**

Experimental *in vitro*.

### **VI.2 Muestra**

50 especímenes divididos 15 de cada marca y 10 de control de cada marca después de realizar una búsqueda bibliográfica y observar de manera repetida que trabajos similares tal es el caso de Hayashi., (2019), Putzeys et al., (2020), Sadr et al., (2020), Silva et al., (2018) que se realizaron con tamaños de aproximadamente 20 muestras.

#### **VI.2.1 Criterios de selección**

Los criterios de inclusión fueron especímenes que presentaran superficie totalmente lisa, excluyendo así todos los especímenes que presenten fisuras, grietas o burbujas y se eliminaron todos aquellos especímenes que hayan sufrido algún imprevisto durante el desarrollo de las pruebas que imposibilitara evaluar la variable de interés.

### **VI.3 Variables estudiadas**

La variable dependiente fue la resistencia a la compresión y las independientes fueron los especímenes de resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill y Equia® Forte con su preparación convencional y ambos al contaminarse con saliva durante su preparación.

## VI.4 Metodología

Se dividió en tres fases; Fase 1: Realización de los especímenes, Fase 2: Prueba de resistencia a la compresión y Fase 3: Recolección de datos.

## VI.5 Procedimientos

En la fase 1 se usó un molde de acero inoxidable prefabricado (Fig. 1) de forma cilíndrica (3 mm de diámetro x 6 mm de profundidad) con el cual se realizaron 50 muestras distribuidas de la siguiente manera:

- Grupo 1(control): 10 muestras de resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill
- Grupo 2 (control): 10 muestras de Equia® Forte
- Grupo 3 (de estudio): 15 muestras de resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill contaminadas con saliva.
- Grupo 4 (de estudio): 15 muestras de Equia® Forte contaminadas con saliva.

Figura 1. Molde prediseñado de acero para fabricación de los especímenes



Las muestras se hicieron de acuerdo a las indicaciones del fabricante:

Resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill (Grupo control)

- 1 Se empacó una porción de resina con espátula, aproximadamente 3 mm, en el molde prediseñado (Fig. 2).
- 2 Se fotopolimerizó con lámpara ELIPAR DEEP CURE L 3M® durante 40 segundos (Fig. 3).
- 3 Se colocó otra porción de resina hasta rellenar por completo el molde y se colocó un porta objetos para dejar la superficie totalmente lisa (Fig. 4).
- 4 Se fotopolimerizó con lámpara ELIPAR DEEP CURE L 3M® durante 40 segundos.
- 5 Se colocaron los especímenes en un frasco de vidrio estéril con agua estéril dentro de una incubadora por 24hrs para simular las condiciones en boca (Fig. 5).

Figura 2. Empacamiento de resina en molde con espátula



Figura 3. Fotopolimerizado de resina



Figura 4. Portaobjetos sobre el molde con espécimen terminado



Figura 5. Especímenes dentro de incubadora



#### EQUIA® Forte (Grupo control)

- 1 Se golpeó la cápsula para mezclar el polvo.
- 2 Se colocó en el amalgamador por 10 segundos (4, 500 RPM).
- 3 Se colocó la cápsula en la pistola dosificadora y se hicieron varios disparos hasta que se dosificó el material en el molde prediseñado.
- 4 Se empacó con la espátula y se dejó la superficie totalmente lisa colocando un portaobjetos encima del molde y generando ligera presión para evitar burbujas.
- 5 Se fotopolimerizó con lámpara ELIPAR DEEP CURE L 3M® durante 40 segundos.
- 6 Se colocaron los especímenes en un frasco de vidrio estéril con agua estéril dentro de una incubadora por 24hrs para simular las condiciones en boca. (Fig 6).

Figura 5. Especímenes en frasco estéril con agua estéril.



#### Resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill (Grupo de estudio)

- 1 Se empacó la resina con espátula aproximadamente 3 mm en el molde prediseñado.
- 2 Se fotopolimerizó con lámpara ELIPAR DEEP CURE L 3M® durante 40 segundos.
- 3 Se colocó una gota de saliva artificial con una pipeta.

- 4 Se colocó otra porción de resina hasta rellenar por completo el molde prediseñado, colocando al final un portaobjetos para dejar la superficie lisa.
- 5 Se fotopolimerizó con lámpara ELIPAR DEEP CURE L 3M® durante 40 segundos.
- 6 Se colocaron los especímenes en un frasco de vidrio estéril con agua estéril dentro de una incubadora por 24hrs para simular las condiciones en boca.

#### EQUIA® Forte (Grupo de estudio)

- 1 Se golpeó la cápsula para mezclar el polvo.
- 2 Se colocó en el amalgamador por 10 segundos (4, 500 RPM).
- 3 Se colocó la cápsula en la pistola dosificadora y se hicieron varios disparos hasta que se dosificó el material en el molde prediseñado.
- 4 Se empacó con la espátula aproximadamente a la mitad del molde.
- 5 Se colocó una gota de saliva artificial con una pipeta.
- 6 Se vació el resto del material hasta cubrir todo el molde y se dejó la superficie totalmente lisa colocando un portaobjetos encima del molde y generando ligera presión para evitar burbujas.
- 7 Se fotopolimerizó con lámpara ELIPAR DEEP CURE L 3M® durante 40 segundos.
- 8 Se terminó de rellenar con el material y se fotopolimerizó con lámpara ELIPAR DEEP CURE L 3M® durante 40 segundos.
- 9 Se colocaron los especímenes en un frasco de vidrio estéril con agua estéril dentro de una incubadora por 24hrs para simular las condiciones en boca.

## Fase 2: Prueba de resistencia a la compresión.

- 1 Se colocaron los especímenes uno a uno en la máquina de pruebas universal (CMS Metrology 21559044, STC -500 kg); (Fig 7).
- 2 Se aplicó una carga a una velocidad de desplazamiento fijo de 1.0 mm/ min sobre el centro del diámetro de la muestra, hasta el punto de fractura.

Figura 7. Máquina de pruebas universal CMS Metrology 21559044, STC -500 kg.



## Fase 3: Recolección de datos.

- 1 Cada resultado se anotó con el número de muestra para la elaboración de la tabla de resultados.
- 2 Se analizaron los resultados mediante un análisis estadístico para determinar si existían diferencias significativas de los resultados obtenidos.

### **VI.5.1 Análisis estadístico**

Para realizar la comparación de la resistencia a la compresión entre los 2 materiales de restauración utilizados en odontopediaría: Equia® Forte y 3M™ Filtek™ Bulk Fill utilizando el protocolo convencional que indica el fabricante y al contaminarse con saliva en su mezcla; se calcularon los promedios y las desviaciones estándar para la variable estudiada.

Se hizo la prueba estadística utilizando el software Graph. Pad Prism con diseño de dos variables independientes y el tipo de análisis correspondiente: análisis de varianza de una vía con el análisis t de student.

### **VI.5.2 Consideraciones éticas**

Este proyecto fue de tipo experimental *in vitro* y no utilizó sujetos humanos ni animales, se realizó en materiales inertes de uso odontológico por lo que se solicitó previamente la autorización al Comité de Bioética de la Facultad de Medicina (de la Universidad Autónoma de Querétaro), el cual aprobó la continuación del mismo sin problema alguno.

## VII. Resultados

En el cuadro 1 se presentan los valores de la resistencia a la compresión de los especímenes de EQUIA® forte y de la Resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill en comparación con los mismos materiales contaminados con saliva. No se observa un cambio significativo en los grupos control y los que estuvieron en contacto con saliva. Pero si hay diferencia estadísticamente significativa al comparar la resistencia entre ambos materiales.

Cuadro 1. Comparación de la resistencia a la compresión de los materiales: Resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill y EQUIA® Forte, solos y contaminados con saliva.

Grupo	3M™ Filtek™ Bulk Fill (n=19)	3M™ Filtek™ Bulk Fill saliva (n=17)	Valor de p
	X ± DE (Rango)		
Resistencia a la compresión (MPa)	241.23 ± 98.59 (94-426)	204.16 ± 67.34 (102-316)	0.219*
Grupo	EQUIA® Forte (n=9)	EQUIA® Forte saliva (n=9)	
	X ± DE (Rango)		
Resistencia a la compresión (MPa)	548.68 ± 109.61 (428.50-757.25)	425.72 ± 173.11 (205.8-646.25)	0.0907*
Valor de p	0.0001*	0.0001*	

MPa: Megapascales; X: Promedio; DE: Desviación estándar; \*: Prueba t de student.



## VIII. Discusión

En el estudio realizado, se comparó la resistencia a la compresión de EQUIA® Forte y la resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill, ambos como grupo control y comparándose con el mismo material al contaminarse con saliva artificial durante su aplicación. La resistencia a las diferentes fuerzas oclusales o tangenciales de la cavidad oral que una resina puede soportar, es un indicador que evalúa la calidad del material restaurador principalmente para órganos dentarios posteriores. Es una propiedad mecánica importante, debido a las cargas oclusales excesivas durante la masticación las cuales generan fracturas en la restauración o incluso en el órgano dentario (Acurio-Benavente, et al; 2017). Una especificación británica estableció que el valor mínimo necesario para resistir las fuerzas masticatorias en los órganos dentarios posteriores es de 125 MPa, mientras que algunos autores consideran que este valor debe ser de 100 MPa en la dentición temporal (Acurio P, et al., 2017; Poornima P, et al., 2019).

Las fracturas que se llegan a generar, pueden desencadenar futuras complicaciones postoperatorias como hipersensibilidad, recidiva de caries y microfiltración marginal disminuyendo la longevidad de la restauración (Naranjo et al; 2007).

De acuerdo a los materiales de restauración más usados en odontopediatría, el estudio realizado no mostró diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a la compresión de los materiales al contaminarse con saliva. Sin embargo si se hallaron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia compresiva de cada material. Esta diferencia de resultados radica en la composición de cada una, lo cual les confiere propiedades particulares a cada una de ellas. La composición de los materiales de restauración así como su aplicación, va modificándose con forme pasa el tiempo; este factor puede generar diferencias en la resistencia entre la resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill y el ionómero EQUIA® Forte. Al usarse una técnica de un incremento de 4mm en la resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill puede llegar a generar burbujas en su compactación y la segunda incrementación

de material, generando oxígeno entre éstas, lo que inhibe la polimerización, de ciertas partes de los especímenes en este caso, y esto puede afectar directamente la resistencia a la compresión.

Por otro lado el EQUIA® Forte es un sistema de ionómero de vidrio híbrido, con un sellador de superficie de resina autoadhesivo y material de relleno (GC Plus, GC). Los fabricantes de EQUIA® Forte afirman que el material ha aumentado la tenacidad a la fractura, la resistencia a la flexión y la resistencia a la fatiga por flexión. El agente de recubrimiento agregado a la superficie del ionómero de vidrio del sistema EQUIA® Forte contiene una resina de nanorrelleno que puede contribuir significativamente a la resistencia del material de las fuerzas mecánicas (Poornima et al., 2019).

En un estudio realizado en el 2019 donde se comparó la resistencia a la compresión del EQUIA® Forte y EQUIA® Fil en el cual no hubo diferencias estadísticamente significativas independientemente del recubrimiento (Brzović Rajić V, et al., 2019), EQUIA Forte Coat, que incorpora un nuevo monómero multifuncional produciendo una matriz de resina más resistente; esto nos da pauta para pensar que por sí solo el ionómero EQUIA® tiene buen desempeño en la resistencia a las fuerzas masticatorias, lo que lo hace un material por excelencia para uso odontopediátrico.

Por otro lado, en el estudio de Mauricio F. en el año 2021, la resistencia a la compresión promedio más baja de todas las resinas comparadas, se obtuvo utilizando la resina Filtek™ Bulk Fill 3M, esto al igual que los resultados obtenidos, nos comprueba que la resina Filtek™ Bulk Fill 3M, no compite en resistencia a la compresión ni con otra resina de la misma marca, lo que la hace la más vulnerable para su elección en la elección del material ideal para uso odontopediátrico.

Se debe tener en cuenta también que la adaptación de los materiales depende de diversos factores relacionados con la preparación cavitaria, tales como profundidad, extensión y ubicación (Shawkat et al., 2009). La adherencia del compuesto a las paredes de la cavidad podría verse afectado con el uso de la técnica de incrementos (de 2mm), ya

que esta técnica guarda relación con la habilidad clínica del operador y de la complejidad de la cavidad dentaria (Poornima et al., 2019).

A pesar de que los materiales evaluados poseen diferentes composiciones químicas y tamaño de partículas se observó una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos, rechazando la hipótesis de trabajo, la resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill presentó menor resistencia a la compresión, sin embargo no al contaminarse con saliva sugiriendo que esta variable no juega un papel importante en los valores de la resistencia a la compresión de ambos materiales. Dándonos así herramientas para la realización de restauraciones sin temor a que éstas deban repetirse si surge accidentalmente contaminación con saliva disminuyendo considerablemente el tiempo de trabajo en el sillón dental en pacientes odontopediátricos.

## **IX. Conclusiones**

En el presente estudio se cumplió la hipótesis nula, es decir, la resina 3M™ Filtek™ Bulk Fill presentó menor resistencia a la compresión en comparación con el EQUIA® forte, y cumpliéndose los objetivos, podemos concluir que la contaminación con saliva en la obturación de cavidades con ambos materiales restauradores, no afecta significativamente la resistencia a la compresión, lo cual nos invita a realizar los tratamientos de manera más veloz, sin que este factor pueda alterar el éxito o bien disminuir el fracaso en cuanto a resistencia, posible fractura, de nuestras restauraciones.

## **X. Propuestas**

Aunque en este estudio no se realizaron las pruebas con saliva de pacientes, se sugiere que para futuros estudios, esto se tome en cuenta, debido a que esto pudiera existir como una variable que influya en los resultados.

Con base a los resultados obtenidos, también se sugiere llevar a cabo más experimentaciones con diversas variables como el tamaño de muestra y la cantidad de material utilizado para comparar junto con estos la resistencia obtenida y darle mayor peso a la justificación del uso del material de elección.

## XI. Bibliografía

Acurio-Benavente, Paloma, Falcón-Cabrera, Giancarlo, Casas-Apayco, Leslie, & Montoya Caferatta, Paola. (2017). Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. *Odontología Vital*, (27), 69-77. Retrieved May 21, 2023, from

[http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S165907752017000200069&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S165907752017000200069&lng=en&tlng=es)

Agha, A., Parker, S., Parkinson, E. K., & Patel, M. (2021). Characteristics of experimental resin-modified glass-ionomer cements, containing alternate monomers to HEMA. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 37(10), 1542–1552. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.08.003>

Akarsu, S., & Aktuğ Karademir, S. (2019). Influence of bulk-fill composites, polymerization modes, and remaining dentin thickness on intrapulpal temperature rise. *BioMed Research International*, 2019, 4250284. <https://doi.org/10.1155/2019/4250284>

Berzins, D. W., Abey, S., Costache, M. C., Wilkie, C. A., & Roberts, H. W. (2010). Resin-modified glass-ionomer setting reaction competition. *Journal of Dental Research*, 89(1), 82–86. <https://doi.org/10.1177/0022034509355919>

Braem, M. J., Lambrechts, P., Gladys, S., & Vanherle, G. (1995). In vitro fatigue behavior of restorative composites and glass ionomers. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 11(2), 137–141. [https://doi.org/10.1016/0109-5641\(95\)80049-2](https://doi.org/10.1016/0109-5641(95)80049-2)

Brown, L. (2013). ClinicalKey. *Journal of the Medical Library Association: JMLA*, 101(4), 342–343. <https://doi.org/10.3163/1536-5050.101.4.023>

Brzović Rajić V, Ivanišević Malčić A, Bilge Kütük Z, Gurgan S, Jukić S, Miletić I. Compressive Strength of New Glass Ionomer Cement Technology based Restorative Materials after

Thermocycling and Cyclic Loading. *Acta Stomatol Croat.* 2019 Dec; 53(4):318-325. doi: 10.15644/asc53/4/2. PMID: 32099257; PMCID: PMC6993471.

Campos EA, Ardu S, Lefever D, Jassé FF, Bortolotto T, Krejci I. Marginal adaptation of class II cavities restored with bulk-fill composites. *J Dent* 2014;42(5):575-81.

Cangul and Adiguzel (2017). The latest developments of composite resins. *International Dental Research* 7(2):32-41. N.d.-b). Researchgate.Net. Retrieved [https://www.researchgate.net/publication/319377328\\_The\\_Latest\\_Developments\\_Related\\_to\\_Composite\\_Resins](https://www.researchgate.net/publication/319377328_The_Latest_Developments_Related_to_Composite_Resins) DOI:10.5577/intdentres.2017.vol7.no2.3

Chen, W., Jin, H., Zhang, H., Wu, L., Chen, G., Shao, H., Wang, S., He, X., Zheng, S., Cao, C. Y., & Li, Q.-L. (2021). Synergistic effects of graphene quantum dots and carbodiimide in promoting resin-dentin bond durability. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 37(10), 1498–1510. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.07.004>

Corral-Núñez, Camila, Vildósola-Grez, Patricio, Bersezio-Miranda, Cristian, Alves-Dos Campos, Edson, & Fernández Godoy, Eduardo. (2015). Revisión del estado actual de resinas compuestas Bulk-Fill *Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia*, 27(1), 177-196. <https://doi.org/10.17533/udea.rfo.v27n1a9>

Delaviz, Y., Finer, Y., & Santerre, J. P. (2014). Biodegradation of resin composites and adhesives by oral bacteria and saliva: a rationale for new material designs that consider the clinical environment and treatment challenges. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 30(1), 16–32. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.08.201>

Donly, K. J., Wild, T. W., & Jensen, M. E. (1990). Posterior composite Class II restorations: in vitro comparison of preparation designs and restoration techniques. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 6(2), 88–93. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(05\)80036-3](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(05)80036-3)

Farina, A. P., Cecchin, D., Vidal, C. M. P., Leme-Kraus, A. A., & Bedran-Russo, A. K. (2020). Removal of water binding proteins from dentin increases the adhesion strength of low-hydrophilicity dental resins. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 36(10), e302–e308. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.07.004>

FDI World Dental Federation. (2013). FDI policy statement on Classification of caries lesions of tooth surfaces and caries management systems: adopted by the FDI General Assembly: 17 September 2011, Mexico City, Mexico; *International Dental Journal*, 63(1), 4–5. <https://doi.org/10.1111/idj.12014>

GC (2023). <https://www.gc.dental/europe/es-ES/products/equia>

Hayashi, J., Espigares, J., Takagaki, T., Shimada, Y., Tagami, J., Numata, T., Chan, D., & Sadr, A. (2019). Real-time in-depth imaging of gap formation in bulk-fill resin composites. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 35(4), 585–596. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2019.01.020>

Hayashi, J., Tagami, J., Chan, D., & Sadr, A. (2020). New bulk-fill composite system with high irradiance light polymerization: Integrity and degree of conversion. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 36(12), 1615–1623. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.10.012>

Hirata, R., Clozza, E., Giannini, M., Farrokhmanesh, E., Janal, M., Tovar, N., Bonfante, E. A., & Coelho, P. G. (2015). Shrinkage assessment of low shrinkage composites using micro-computed tomography: Assessment of low shrinkage composites using MCT. *Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials*, 103(4), 798–806. <https://doi.org/10.1002/jbm.b.33258>

Ilie, N. (2019). Sufficiency of curing in high-viscosity bulk-fill resin composites with enhanced opacity. *Clinical Oral Investigations*, 23(2), 747–755. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2482-2>

Instron (2023). [instron.com/es-es/resources/glossary/c/compressive-strength](https://instron.com/es-es/resources/glossary/c/compressive-strength)

Mauricio F, Medina J, Vilchez L, Sotomayor O, Muricio-Vilchez C, Mayta-Tovalino F. Effects of Different Light-curing Modes on the Compressive Strengths of Nanohybrid Resin-based Composites: A Comparative *In Vitro* Study. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2021 Apr 15; 11(2):184-189. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD\_423\_20. PMID: 34036081; PMCID: PMC8118049.

Naranjo, M., Ortiz, P., Díaz, M., Gómez, M., Patiño, MC. (2007). Resistencia a la fractura de dientes intactos y restaurados con resina sometidos a carga constante. *Rev CES Odont*; 20(2):30-8.

Osiewicz, M. A., Werner, A., Roeters, F. J. M., & Kleverlaan, C. J. (2021). Wear of bulk-fill resin composites. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.12.138>

Pitts, N, Baez, R, Diaz-Guallory, C, et al. Early Childhood Caries: IAPD Bangkok Declaration. *Int J Paediatr Dent*. 2019; 29: 384-386. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 29(3), 384–386. <https://doi.org/10.1111/ipd.12490>

Poornima P, Koley P, Kenchappa M, Nagaveni NB, Bharath KP, Neena IE. Comparative evaluation of compressive strength and surface microhardness of EQUIA Forte, resin-modified glass-ionomer cement with conventional glass-ionomer cement. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2019 Jul-Sep; 37(3):265-270. doi: 10.4103/JISPPD.JISPPD\_342\_18. PMID: 31584026.

Putzeys, E., Vercruyssen, C., Duca, R. C., Saha, P. S., Godderis, L., Vanoirbeek, J., Peumans, M., Van Meerbeek, B., & Van Landuyt, K. L. (2020). Monomer release from direct and indirect adhesive restorations: A comparative in vitro study. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 36(10), 1275–1281. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.06.001>

Sadr, A., Bakhtiari, B., Hayashi, J., Luong, M. N., Chen, Y.-W., Chyz, G., Chan, D., & Tagami, J. (2020). Effects of fiber reinforcement on adaptation and bond strength of a bulk-



fill composite in deep preparations. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 36(4), 527–534. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2020.01.007>

Schlafer, S., Bornmann, T., Paris, S., & Göstemeyer, G. (2021). The impact of glass ionomer cement and composite resin on microscale pH in cariogenic biofilms and demineralization of dental tissues. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 37(10), 1576–1583. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.08.007>

Shah, M. B., Ferracane, J. L., & Kruzic, J. J. (2009). Mechanistic aspects of fatigue crack growth behavior in resin based dental restorative composites. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 25(7), 909–916. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.01.097>

Shawkat, ES., Shortall, A., Owen, A., Palin, WM. (2009). Oxygen inhibition and incremental layer bond strengths of resin composites. *J Dental Materials*; (25):1338-46.

Sidhu, S. K., & Nicholson, J. W. (2016). A review of glass-ionomer cements for clinical dentistry. *Journal of Functional Biomaterials*, 7(3), 16. <https://doi.org/10.3390/jfb7030016>

Silva, P. F. D., Oliveira, L. R. S., Braga, S. S. L., Signori, C., Armstrong, S. R., Soares, C. J., Cenci, M. S., & Faria-E-Silva, A. L. (2018). Effect of selective carious tissue removal on biomechanical behavior of class II bulk-fill dental composite restorations. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 34(9), 1289–1298. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.05.014>

Strini BS, Marques JFL, Pereira R, Sobral-Souza DF, Pecorari VGA, Liporoni PCS, Aguiar FHB. Comparative Evaluation of Bulk-Fill Composite Resins: Knoop Microhardness, Diametral Tensile Strength and Degree of Conversion. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2022;14:225-233  
<https://doi.org/10.2147/CCIDE.S376195>

Villagrán Colón, E., Bustamante Castillo, B., Moreno Quiñónez, A., & Bustamante-Castillo, M. (2021). Prevalencia de caries de infancia temprana severa y factores de riesgo

asociados en un grupo de niños del área metropolitana de Guatemala. *Revista de odontopediatria latinoamericana*, 11(1). <https://doi.org/10.47990/alop.v11i1.212>

Wendler, M., Stenger, A., Ripper, J., Priewich, E., Belli, R., & Lohbauer, U. (2021). Mechanical degradation of contemporary CAD/CAM resin composite materials after water ageing. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 37(7), 1156–1167. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2021.04.002>

3M ESPE (2023). Filtek™ Bulk Fill Resina para Posteriores. <https://multimedia.3m.com/mws/media/1326404O/fbfpr-tpp-global-esp-hr.PDF>

## XII. Anexos

### Hoja de captación

Fecha					
MATERIAL 1 CONTROL					
Especímen	Peso (gr)	Tamaño (mm)	Fuerza (N)		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
MEDIA					
PROMEDIO					
DESV EST					
RANGO					
Fecha					
MATERIAL 2 CONTROL					
Especímen	Peso (gr)	Tamaño (mm)	Fuerza (N)		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
MEDIA					
PROMEDIO					
DESV EST					
RANGO					

  

Fecha					
MATERIAL 1 CONTAMINADO CON SALIVA					
Especímen	Peso (gr)	Tamaño (mm)	Fuerza (N)		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
MEDIA					
PROMEDIO					
DESV EST					
RANGO					
Fecha					
MATERIAL 2 CONTAMINADO CON SALIVA					
Especímen	Peso (gr)	Tamaño (mm)	Fuerza (N)		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
MEDIA					
PROMEDIO					
DESV EST					
RANGO					



Ilse Nair Anaya Gutiérrez  
Presente

Por medio de la presente le hacemos llegar las observaciones y recomendaciones al  
Protocolo de Tesis:

**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE DOS  
MATERIALES RESTAURADORES UTILIZADOS EN  
ODONTOPEDIATRÍA AL CONTAMINARSE CON SALIVA**

Que ha turnado a este Comité de Bioética

\*\*\*\*\*

Con base a lo anterior el dictamen correspondiente es de:

**EXENTO DE REVISIÓN, YA QUE NO INVOLUCRA LA PARTICIPACIÓN DE SUJETOS  
HUMANOS NI ANIMALES.**

"EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR"

"POR LA VIDA Y LA SALUD"

Dr. Carlos Francisco Sosa Ferreyra

Presidente del Comité de Bioética

Facultad de Medicina

Dra. Claudia Verónica Cabeza Cabrera

Secretaria del Comité de Bioética

Facultad de Medicina