

L. O. Cinthia Lucero Franco Hernández

“ ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES MATERIALES
BIOACTIVOS; RIVA LIGHT CURE, EQUIA FORTE Y ACTIVA KIDS BIOACTIVE-
RESTAURATIVE ”

2024



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Medicina

“ESTUDIO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TRES MATERIALES
BIOACTIVOS; RIVA LIGHT CURE, EQUIA FORTE Y ACTIVA KIDS BIOACTIVE-
RESTAURATIVE.”

Tesis

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

ESPECIALIDAD EN ODONTOPEDIATRIA

Presenta:

L. O. Cinthia Lucero Franco Hernández

Dirigido por:

D. C. S. Guillermo Ortiz Villagómez

Querétaro, Qro. a octubre del 2024.

La presente obra está bajo la licencia:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CC BY-NC-ND 4.0 DEED

Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



SinDerivadas — Si [remezcla, transforma o crea a partir](#) del material, no podrá distribuir el material modificado.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas](#) que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Avisos:

No tiene que cumplir con la licencia para elementos del material en el dominio público o cuando su uso esté permitido por una [excepción o limitación](#) aplicable.

No se dan garantías. La licencia podría no darle todos los permisos que necesita para el uso que tenga previsto. Por ejemplo, otros derechos como [publicidad, privacidad, o derechos morales](#) pueden limitar la forma en que utilice el material.



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad en Odontopediatria

” Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de tres materiales bioactivos; Riva Light Cure, Equia Forte y Activa Kids Bioactive-restaurative.”

Tesis

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

Presenta:

L. O. Cinthia Lucero Franco Hernández

Dirigido por:

D. C. S. Guillermo Ortiz Villagómez

D. C. S. Guillermo Ortiz Villagómez
Presidente

L. D. E. O. Mariana Magaña Sánchez
Secretario

L. O. E. O. Laura Adriana Servín Maxemin
Vocal

C. D. E. O. Adriana Itzel Vázquez Alba
Suplente

Mtra. Mónica Clarisa Ortiz Villagómez
Suplente

Centro Universitario,
Querétaro, Qro. Octubre 2024
México

Resumen

Introducción: La odontología pediátrica se ha visto en la necesidad de utilizar materiales de restauración de última tecnología para el éxito de sus tratamientos a largo plazo, tal es el caso de los materiales bioactivos que buscan imitar en sus propiedades químicas y físicas las características naturales del diente, por lo cual es necesario conocer dentro de sus propiedades su resistencia a la compresión, ya que durante las masticación se producen ciertas fuerzas que podrían provocar microfracturas y por consiguiente el fracaso de la restauración. **Objetivo:** Determinar que material bioactivo presenta una mayor resistencia a la compresión, Riva Light Cure, Equia Forte o Activa kids bioactive-restaurative. **Material y métodos:** se realizó un estudio experimental *in vitro* donde se evaluó la resistencia a la compresión con la maquina universal de pruebas a una velocidad de desplazamiento fijo de 1,0mm/min, en 75 especímenes (6mm x 4mm) divididas en 5 grupos (n=15) Riva light cure, Equia forte, Activa kids bioactive-restaurative, Ionómero Ketac Universal (control negativo) y Tetric® N-Ceram (control positivo). Se aplico el análisis estadístico Kruskal Wallis y pos hoc de Dunn. **Resultados:** La resina Bioactive Kids presentó los valores de resistencia a la compresión más altos, con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.0001$) **Conclusiones:** La resina Bioactive Kids presentó los valores de resistencia a la compresión más altos y el material Equia Forte presento los valores más bajos con una diferencia estadísticamente significativa. Por lo cual podría considerarse la mejor opción para restauraciones donde se generen altas cargas oclusales.

Palabras clave: materiales bioactivos, resistencia a la compresión, Riva Light Cure, Equia Forte o Activa kids bioactive-restaurative.

Summary

Introduction: Pediatric dentistry has seen the need to use State of the Art restorative materials for the success of its long-term treatments, such is the case of bioactive materials that seek to imitate in their chemical and physical properties the natural characteristics of the tooth, which is why it is necessary to know within their properties compressive strength, since during chewing certain forces are produced that could cause microfractures and consequently the failure of the restoration.

Objective: Determine which bioactive material has greater compressive strength, Riva Light Cure, Equia Forte or Activa kids bioactive-restaurative.

Material and methods: An experimental in vitro study was carried out to evaluate the compressive strength with the universal testing machine at a fixed displacement speed of 1.0 mm/min, in 75 specimens (6mm x 4mm) divided into 5 groups (n=15) Riva light cure, Equia forte, Activa kids bioactive-restaurative, Ketac Universal Ionomer (negative control) and Tetric® N-Ceram (positive control).

Results: The Bioactive Kids resin presented the highest compressive strength values, with a statistically significant difference ($p < 0.0001$) **Conclusions:** The Activa Bioactive Kids resin presented the highest compressive strength values and the equia forte material presented the lowest values with a statistically significant difference. Therefore, it could be considered the best option for restorations where high occlusal loads are generated.

Keywords: bioactive materials, compressive strength, Riva Light Cure, Equia Forte or Activa kids bioactive-restaurative.

Dedicatorias

A mi padre que desde el cielo me guía e inspira para seguir logrando cada objetivo que me propongo, a mi madre que es mi principal pilar y apoyo en todo momento y a mis hermanos que a pesar de las adversidades puedo contar con ellos siempre.

Agradecimientos

A Dios por iluminar mi camino y hacerme ver que los tiempos son perfectos y todo llega a su debido momento.

A mi familia por su amor, confianza y apoyo incondicional, ya que sin ella no hubiera sido posible.

A mi novio que me inspira a seguir logrando lo que me propongo y que me apoya en todo momento.

A mi familia Ortho-dental por su apoyo, por haberme motivado a seguir estudiando y a seguir logrando mis sueños.

A mis compañeras de la especialidad que me hicieron pasar 2 años inolvidables y que siempre pude contar con ellas en todo momento.

A mis maestros por toda su paciencia y por haberme compartido sus conocimientos, mostrándome el amor a la odontopediatria en lo teórico y clínico.

A mi director de tesis, el doctor Guillermo Ortiz Villagómez, por su apoyo y confianza durante todo el transcurso de la especialidad.

A la universidad autónoma de Querétaro por haberme dado la oportunidad de seguir siendo parte de ella en mi formación como especialista.

Índice (cuando esté concluido, oculten los bordes)

Contenido	Página
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de cuadros	vii
Abreviaturas y siglas	viii
I. Introducción	1
II. Antecedentes/estado del arte	3
III. Fundamentación teórica	7
IV. Hipótesis o supuestos	13
V. Objetivos	14
V.1 General	14
V.2 Específicos	14
VI. Material y métodos	15
VI.1 Tipo de investigación	15
VI.2 Población o unidad de análisis	15
VI.3 Muestra y tipo de muestra	15
VI. Técnicas e instrumentos	18
VI. Procedimientos	19
VII. Resultados	22
VIII. Discusión	23
IX. Conclusiones	25
X. Propuestas	26
XI. Bibliografía	27
XII. Anexos	30

Índice de cuadros

Cuadro		Página
1	Comparación de los valores de la resistencia a la compresión (MPa) de Riva light cure, Equia forte y Activa kids bioactive-restaurative.	22
2	Comparación de la Resistencia de compresión <i>Post Hoc</i> entre grupos.	22

Abreviaturas y siglas

MPa	megapascales
Rpm	revoluciones por minuto
X	promedio
DE	Desviación estándar
Ionomero K. U.	Ionomero Ketac Universal

I. INTRODUCCIÓN

La odontología pediátrica está enfocada a la atención especializada de los niños desde edades muy tempranas buscando promover la salud, prevenir cualquier patología que se pudiera presentar y hasta generar su rehabilitación bucal. Por ello se ha ido actualizando conforme se han dado los nuevos avances tecnológicos.

Una de las enfermedades que mayor prevalencia e incidencia se presenta en esta área, es la caries dental, La Organización Mundial de la Salud (OMS) la define como: “un proceso localizado de origen multifactorial que se inicia después de la erupción dentaria, determinando el reblandecimiento del tejido duro del diente y que evoluciona hasta la formación de una cavidad” (Wolf et al., 2021).

También se ha definido como: “un proceso consecutivo de ciclos de desmineralización y remineralización de los tejidos dentales siendo la desmineralización consecuencia de los ácidos producidos por las bacterias orales tras el consumo de carbohidratos”, o como: “una enfermedad multifactorial causada por la interacción que se da entre el diente y el biofilm bacteriano más la presencia de azúcares, generando que las bacterias metabolicen estos produciendo ácidos que desmineralizaran el tejido dentario” (Fejerskov, 2004; Fejerskov et al., 2015).

Sea cual sea la definición que se le dé a la caries dental, la falta de conocimiento y/o aplicación de los padres de los diferentes métodos de higiene oral para realizar la remoción adecuada de la placa dentobacteriana y por ende reducir la producción de ácidos, genera que la rehabilitación de dichas caries dentales que se han formado sea obligatoria. Por lo tanto los materiales que se utilizaran deberán de contar con ciertas propiedades que eviten la aparición de nuevas caries y que logren imitar en gran porcentaje las características de los tejidos de los dientes temporales (Thomas et al., 2014) .

Un material restaurador es todo aquel que cuenta con las propiedades necesarias para devolverle al diente su función, salud y estética; desde la década de los 60's se comenzó a introducir en el mercado el uso de los materiales bioactivos como algo nuevo, tal fue el caso de los ionómeros de vidrio con capacidad de liberación de flúor, pero no fue hasta la década de los 80's que se reconoció que el flúor liberado podía controlar el desarrollo de nuevas lesiones cariosas y acelerar el proceso de remineralización (Ellwood et al., 2008).

Por lo tanto, un material bioactivo es todo aquel material que al tener contacto con tejido dental vivo induce una interacción con respuesta biológica positiva ya que trabajan a la par, provocando una unión entre tejido y material. Es decir, son materiales que buscan un intercambio de iones entre la parte vital y la sustitutiva. Dentro de algunas de las propiedades que debe cumplir un material bioactivo, están que sea alcalino, duradero y que se trabaje a base de agua (Jefferies, 2014).

Aunque el material restaurador cuente con propiedades bioactivas, la durabilidad del material es una parte muy importante que tiene muchos factores en contra, tal es el caso de las fuerzas de masticación que se ejercerán sobre él, por lo cual deberá de contar con la suficiente resistencia a la tracción, flexión y compresión que permita el éxito del tratamiento a largo plazo (Agarwal et al., 2018; Shruthi et al., 2015).

II. ANTECEDENTES

Molina et al. (2013) realizaron un estudio comparativo *in vitro* para comprobar que no existe diferencias significativas en la resistencia a la tracción, compresión y flexión de 4 diferentes materiales utilizados en el tratamiento restaurador atraumático (ART), dos encapsulados, Equia Forte y Chemfil Rock y dos en presentación polvo líquido, Fuji 9 Gold Label y Ketac Molar Easymix. Prepararon un tamaño muestra de 240 especímenes para la prueba de flexión, (60 de cada material de 2mm x 2mm x 25mm), 80 para la de tracción (20 de cada material de 6mm x 3mm) y 80 para la de compresión en donde se utilizaron 20 dientes extraídos para cada material con cavidades clase II. Antes de las pruebas las muestras se mantuvieron a 37° por 24 horas en agua destilada. Para la prueba de compresión se sometieron los dientes extraídos a una varilla de prueba aplicando una velocidad de cruceta de 1mm/min hasta su fallo. Los resultados arrojaron que El sistema Equia y Chemfil Rock obtuvieron puntuaciones medias significativamente más altas para las tres variables de resistencia que Fuji 9 Gold Label y Ketac Molar Easymix ($\alpha=0,05$).

Korkut et al. (2017) compararon la resistencia a la compresión, flexión y microdureza superficial de cuatro cementos de ionómeros de vidrio modificados con resina, Photac Fil Quick Aplicap (3M), GC Fuji II GP (GC), Riva Light Cure (SDI) y Activa Bioactive (Pulpdent). Prepararon 30 muestras, 10 para cada prueba. Para medir la resistencia de compresión las muestras fueron de 8mm de altura x 4mm de diámetro, para la de flexión de 2mm x 2mm x 25mm y para la de microdureza de 2mm x 8mm. Se almacenaron en agua destilada a 37° durante 24 horas hasta su evaluación. Las pruebas se realizaron con una máquina de ensayo universal a una velocidad de cruceta de 1mm/min, registrando sus valores obtenidos para la resistencia a la compresión en megapascales (MPa). Los valores más altos de resistencia a la compresión y flexión los obtuvieron las muestras de Activa Bioactive (96.49±12.56MPa) y no hubo diferencia significativa entre Photac Fil Quick Aplicap, Activa Bioactive y Fuji II LC ($p>0.05$), no hubo diferencias significativas en cuanto a la microdureza superficial con los otros materiales; mientras que el Riva Light Cure

obtuvo los valores más bajos en cuanto a la resistencia a la flexión (64.36 ± 4.29 MPa).

Mientras que Alrahlah (2018) realizó un estudio comparativo para analizar cinco materiales bioactivos a base de resina y convencionales de ionómero de vidrio en cuanto a sus propiedades de resistencia a la flexión, tracción y dureza superficial, en presencia de termociclaje. Comparó Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar), SDR Flowable Material (Dentsply), Activa Bioactive (Pulpdent), Ketac Universal (3M) y GC Fuji II LC (GC). Se utilizaron para cada prueba 10 especímenes cilíndricos y rectangulares de cada material; de 6mm x 4mm para la prueba de tracción, de 2mm x 2mm x 25mm para la de flexión y de 4mm x 6mm para la de dureza. Antes de las pruebas las muestras se almacenaron en un recipiente a prueba de luz con agua destilada a una temperatura de 37° durante 24 horas. Los resultados obtenidos indicaron que N-Ceram ($140,56 \pm 1,60$), Activa Bioactive ($138,24 \pm 4,69$) y SDR Flowable Material ($138,50 \pm 1,68$) obtuvieron los valores más altos en cuanto a la resistencia a la flexión, el termociclado redujo significativamente la resistencia a ($p < 0.01$) entre todos los grupos de estudio. El SDR Flowable Material ($141,28 \pm 0,94$) tuvo el valor más alto, seguido de N-Ceram ($136,61 \pm 1,56$) y Activa Bioactive ($129,05 \pm 1,78$). En cuanto a la resistencia de tracción tras el termociclado. Hubo una diferencia significativa en los valores de resistencia entre todos los grupos ($p < 0.05$).

Algo diferente fue lo que realizaron Alobiedy et al. (2019) en un estudio para medir el efecto de la adición de micro y nano partículas de carbono sobre las propiedades mecánicas del ionómero de vidrio convencional utilizando Riva Light Cure como material de estudio evaluando su resistencia a la compresión. Fueron estudiadas 7 muestras 1 de control, y las otras con adiciones de micro y nano partículas a 3, 5 y 7% respectivamente. Se prepararon muestras cilíndricas de acero inoxidable de 5 mm de diámetro y 10 mm de altura) para cada grupo de materiales de acuerdo con ISO 9917. Para la evaluación de la resistencia a la compresión (MPa), se utilizó el sistema computarizado Testometric AX M500-25kN con una velocidad de cruceta de 0,25 mm/min. Obteniendo como resultado que la máxima resistencia a la

compresión fue de 120,347 MPa con 7% de micropartículas de carbono, mientras que la resistencia a la flexión fue de 41,331 MPa con 7% de nanopartículas carbono.

Poornima et al. (2019) compararon y evaluaron la resistencia a la compresión y a la microdureza superficial del Equia Forte con 2 ionómeros de vidrio convencionales Gold Label 2 y Gold Label fotopolimerizable, preparando 54 muestras de 4mmx 6mm divididas en 3 grupos, (18 cada uno) antes de la prueba se almacenaron a 37° durante 1 hora y se sometieron durante 30 días a agua des ionizada, saliva artificial y ácido láctico. Las muestras se sometieron a prueba de dureza superficial y resistencia a la compresión al primer día, al séptimo y trigésimo día. Los resultados arrojaron que el Equia Forte en la prueba de compresión tuvo un aumento significativo del día 1 al día 30 cuando se colocó en saliva artificial de ($P=0.007$) en comparación con los otros grupos.

Moshaverinia et al. (2019) realizaron un estudio in vitro en donde evaluaron y compararon la resistencia a la compresión, tracción y flexión del Equia Forte fil, Fuji IXGP y Chemfil Rock. Se elaboraron 10 muestras para cada material con moldes de polidimetilsiloxano de 4mm de diámetro x 6mm de altura; de 6mm de diámetro x 3mm de altura y de 25mm de longitud x 2mm altura x 2 mm de anchura. Las cuales se acondicionaron en 20 ml de agua destilada a 37° durante 24 horas por 7 días. En cada prueba de resistencia se procesaron 10 muestras. Obteniendo como resultado que el Equia Forte fil mostro una resistencia a la flexión y dureza superficial significativamente mayor ($p<.05$) que los Fuji IX, sin embargo, no se observaron diferencias significativas ($p>.05$) entre la resistencia a la compresión y la tracción diametral de las muestras Equia Forte fil, Fuji IX. Chemfil Rock mostro mayor resistencia a la flexión que el Equia Forte ($p>.05$).

Zhang et al. (2020) realizaron un estudio in vitro para evaluar la resistencia a la compresión de siete materiales, 6 ionómeros de vidrio convencionales, y un ionómero de vidrio modificado con resina, Ketac Universal (3M), Equia Forte (GC), Fuji II LC (GC), Chemfil Rock (DENTSPLY), Fuji IX (GC), IonoStar Plus (VOCO), Riva Self Cure (SDI) estudiando el potencial que tienen estos materiales al ser reparados. Utilizaron un tamaño muestra de 448 especímenes normales y 192

reparados en forma cilíndrica de 4mm x 6mm. Las muestras reparadas consistieron en un espécimen con una antigüedad de 1 mes de su elaboración reparadas con una capa del mismo material superpuesta. Todas se sometieron a prueba de compresión en una máquina de ensayos universal, los resultados obtenidos en dicho estudio fueron que los especímenes normales de Ketac Universal (KU) mostraron una resistencia a la compresión mayor que los demás grupos ($p < 0,001$). Aunque fue más débil que el de Equia Forte (EQF), Riva Self Cure (RSC) y Fuji XI (FIX), aumentando esta resistencia después de una semana. Los especímenes reparados mostraron una resistencia a la compresión comparable al de los especímenes normales ($p > 0,05$).

III. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

ASPECTOS GENERALES:

Características de la dentición temporal.

Las diferencias anatómicas e histológicas que existen entre los dientes temporales y permanentes hacen que se utilicen diferentes métodos y técnicas de restauración. Aunque su proceso de formación odontogénica es básicamente lo mismo, los tejidos dentarios presentan notables diferencias, el esmalte de los dientes temporales es más permeable y de fácil desgaste, su espesor es menor variando entre 0.5 y 1 mm, teniendo un grosor casi igual en todas sus caras. Por consiguiente, es más fácil que haya un avance rápido de lesiones cariosas hacia la dentina, la cual junto con la cámara pulpar forman el complejo dentinopulpar. Una de las funciones principales que tiene la dentina por sus propiedades estructurales y biológicas es la de defensa, ya que actúa sobre las distintas agresiones que existan sobre ella. Por ello durante el proceso de operatoria dental para no provocar daños al complejo dentinopulpar el espesor de la dentina remanente debería de ser de aproximadamente 2mm ya que si es menos podría surgir respuesta odontoblástica, tomando en cuenta que el espesor de la dentina en dientes temporales oscila entre 1.5 y 2mm (Alvarez et al., 2013).

Dentro de su morfología radicular y pulpar los dientes temporales cuentan con sus cuernos pulpares más pronunciados es decir más cerca de la superficie oclusal, en cuanto a sus raíces estos dientes se caracterizan por contar con conductos curvos irregulares y planos, su cámara pulpar es más amplia siguiendo la morfología externa del diente por lo tanto existe mayor riesgo de comunicación pulpar cuando se realiza un tratamiento restaurador (Alvarez et al., 2013).

Es de vital importancia mantener en boca cada uno de los dientes temporales hasta su exfoliación ya que cumplen con funciones importantes en el desarrollo integral del niño, como son: la preparación mecánica del alimento que generara un estímulo

para un correcto crecimiento y desarrollo de los maxilares, mantener el espacio en los arcos dentarios para la posterior ocupación de los dientes permanentes, y sobre todo generar una adecuada fonación y por ende tener una buena estética (Oliveira, 2018).

Materiales restauradores utilizados en odontopediatria.

Los ionómeros de vidrio surgen en la década de los 70 gracias a las investigaciones realizadas por Wilson y Kent en los años 60's, son el resultado de la combinación de dos componentes principales: silicato doble de aluminio y de calcio de fluoruro (polvo) más un ácido poliacrilico hidroxicarbonico (líquido), teniendo como propiedades revolucionarias la liberación de flúor, resistencia a los ácidos de las bacterias, buena adhesión y estética. Este material se introdujo con fines preventivos y restauradores, sin embargo contaban con poca dureza, fragilidad y baja resistencia a la compresión por lo cual con el paso de los años se han ido modificando e investigando materiales alternativos para poder obtener un mejor material (Croll y Nicholson, 2002; Wilson y Kent, 1972).

En la década de los 90 fueron introducidos al mercado los ionómeros de vidrio modificados con resina, estos tienen los mismos componentes que un cemento de ionómero de vidrio más la incorporación de un composite. Al haber mejorado sus propiedades físicas, químicas y mecánicas se empezaron a emplear como materiales de restauración definitiva en la dentición temporal, pudiéndolos utilizar en restauraciones de lesiones cariosas clase I y II. Kotsanos y Arizos (2011) evaluaron la durabilidad de un ionómero de vidrio modificado con resina (vitremer 3M), en 86 restauraciones clase I y II con profundidad próxima a la pulpa obteniendo un resultado satisfactorio de un 95% a un periodo de 2 años y medio basándose en un control clínico y radiográfico.

Las resinas y los sistemas adhesivos son otro material restaurador utilizado en la odontopediatria, constan principalmente de resina orgánica, relleno inorgánico, y de una fase de unión que las mantiene unidas, tienen excelentes propiedades físicas y químicas pero cuando se compara su fuerza de adhesión y resistencia a la compresión entre dientes temporales y permanentes existen diferencias marcadas, según algunos autores, esto depende del espesor que tiene el esmalte y la dentina, es decir que al ser de menor grosor la dentina del diente temporal presenta una menor adhesión y durabilidad. Koutsi et al. (1994) analizaron la micromorfología dentinaria y las diferencias entre dientes temporales y permanentes antes y después de la remoción del barrillo dentinario obteniendo que la permeabilidad de los dientes permanentes es significativamente mayor en dentina intermedia y profunda. Por lo tanto, aunque cuentan con excelentes propiedades las resinas no son la primera opción como material restaurador en dientes temporales.

Clasificación de los materiales bioactivos:

Los materiales bioactivos se pueden clasificar en tres generaciones de acuerdo a sus características y propiedades; los de la primera generación se consideran biopasivos porque no tienen ninguna interacción con el medio y buscan solo reemplazar el tejido dañado o perdido. Los de la segunda generación son todos aquellos materiales que son bioreparadores o biointeractivos, es decir; buscan reparar los tejidos dañados ya que contienen elementos que le hacen falta al tejido dentario como el calcio, fosfato y fluoruro los cuales provocan una reacción específica y controlada con el medio y reaccionan con el tejido dentario y la saliva formando un enlace entre este y el diente. Y por último tenemos los de la tercera generación o regenerativos que son los que estarán en contacto directo con el tejido vivo, buscando promover una respuesta celular específica en el huésped. También se pueden clasificar de acuerdo a su funcionalidad en preventivos, terapéuticos y restaurativos (Cedillo & Domínguez, 2021; Larry L & Julia M, 2002).

EQUIA Forte ® (GC América)

De acuerdo con los fabricantes, el Equia Forte es un sistema de restauración de ionómero de vidrio híbrido en bloque que se puede colocar en un solo incremento y que por su composición en donde combinan un GIC autoadhesivo, curado químicamente y altamente relleno (Fuji IX GP extra GC), con un sellador superficial de resina autoadhesivo, fotocurado y relleno (GC plus, GC), no presenta contracción ni stress a la polimerización, tiene un óptimo sellado marginal que ofrece a largo plazo resistencia a la microfiltración, flexión y compresión, cuenta con alta liberación de flúor hacia al diente en la interface restauradora con capacidad de recarga. El agente de recubrimiento añadido a la superficie del ionómero de vidrio del sistema EQUIA contiene una resina nanorellenada que puede haber contribuido significativamente al aumento de la resistencia del material a las fuerzas mecánicas. Esta suposición está respaldada por los resultados de un estudio in vitro en el que se probó la influencia de una capa de resina (GC Plus) extendida sobre el Fuji 9 extra y el Ketac Molar Easymix (Poornima et al., 2019; Zhang et al., 2020).

RIVA LIGHT CURE (SDI)

Es un material de restauración de ionómero de vidrio reforzado con resina, con excelente adhesión dental, liberación prolongada de fluoruro, alta resistencia a la compresión y gran estética. Contiene relleno ionglass el cual según el fabricante presenta iones de flúor y estroncio que mejoran sinérgicamente la bioremineralización del diente. Además de generar una alta resistencia a la compresión que se generan a las fuerzas de masticación. Korkut et al. (2017) realizaron un estudio en donde compararon la resistencia a la flexión y compresión del Riva Light Cure con otros ionómeros modificados con resina, encontrando que presenta los valores más bajos de resistencia a la flexión pero no menciona su resistencia a la compresión (Moberg et al., 2019; Thuy et al., 2008).

ACTIVA KIDS BIOACTIVE- RESTAURATIVE

Es un material restaurador estético con resina iónica que estimula la formación de apatita y el proceso natural de remineralización con liberación y recarga de calcio, fosfato y flúor. De acuerdo con los fabricantes es el primer restaurador bioactivo con una matriz de resina iónica, un componente de resina amortiguador y rellenos bioactivos que imitan las propiedades físicas y químicas de los dientes naturales. Ofrece todas las ventajas de los ionómeros de vidrio y tiene la estética, resistencia y durabilidad de los composites. ACTIVA KIDS se adhiere y enmascara las manchas de plata diamino fluorada. Fue introducida por pulpdent corporation en 2013, informando que los rellenos bioactivos que contienen imitan las propiedades físicas y químicas de los dientes naturales, Korkut et al. (2017) encontraron en su estudio comparativo que ACTIVA BIOACTIVE presentaba los valores más altos de resistencia a la compresión y a la flexión.

En la revisión de la literatura, no se encontraron artículos de estudios comparativos de la ACTIVA KIDS BIOACTIVE- RESTAURATIVE aunque el fabricante menciona que presenta las mismas propiedades bioactivas y físicas que ACTIVA BIOACTIVE.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Se expresa como la capacidad máxima que tiene un material bajo una carga de presión hasta su fractura. Esta propiedad mecánica se debe de tomar en cuenta al momento de elegir una material de restauración, ya que durante los movimientos de masticación o movimientos parafuncionales que se ejecutan, podrían provocar microfracturas y por consiguiente filtración que ocasionarían nuevos procesos cariosos (Acurio-Benavente et al., 2017).

Se ha determinado que la dentina y el esmalte cuentan con una resistencia a la compresión de 297 y 384 MPa respectivamente. Sin embargo, esta resistencia puede variar dependiendo de la zona donde reciba la carga de fuerza y su estructura histológica. De acuerdo con la Organización Internacional de Normalización (ISO)

los materiales restaurativos a base de ionómero de vidrio requieren de un valor mínimo de 100MPa para la resistencia a la compresión, tomando en cuenta que para resistir las fuerzas masticatorias en dentición permanente esta debería de ser de al menos 125MPa y en dentición temporal de 100 MPa (de Lima Navarro et al., 2021; Sakaguchi & Powers, 2012).

Para calcular la resistencia de los materiales dentales a las fuerzas de compresión se divide la carga máxima por el área transversal original de un espécimen en una máquina de compresión. Para estandarizar dicha prueba el material debe de ser cilíndrico y su altura el doble de su diámetro, para que la fuerza ejercida genere las tensiones en el seno del cuerpo. Se mide en KN a una velocidad de 1mm/min hasta el punto de su fractura, que para su valoración se convierte en MPa. La fórmula a utilizar es $RC = \frac{4F}{\pi \times D^2}$ En donde: (RC) resistencia a la compresión, (F) fuerza ejercida, (D) diámetro de la muestra (Williams y Billington, 1989).

IV. HIPÓTESIS

- Hipótesis de trabajo

El Equia Forte presenta una menor resistencia a la compresión que el Riva Light Cure y el Activa kids bioactive-restaurative.

- Hipótesis nula

El Equia Forte presenta una mayor resistencia a la compresión que el Riva Light Cure y el Activa kids bioactive-restaurative.

- Hipótesis alterna:

Los tres materiales bioactivos liberadores de flúor, Riva Light Cure, Equia Forte y Activa kids bioactive-restaurative, presentan una resistencia igual a la compresión.

V. Objetivos

V.1 Objetivo general

Determinar que material bioactivo presenta una mayor resistencia a la compresión, Riva Light Cure, Equia Forte o Activa kids bioactive-restaurative.

V.2 Objetivos específicos

- Medir la resistencia a la compresión del Riva Light Cure.
- Medir la resistencia a la compresión del Equia Forte.
- Medir la resistencia a la compresión del Activa Kids bioactive – restaurative.
- Comparar los resultados de las mediciones de la resistencia a la compresión de los materiales bioactivos; Riva Light Cure, Equia Forte o Activa Kids bioactive-restaurative.

VI. MATERIAL Y MÉTODOS

VI.1 Tipo de investigación

Experimental *in vitro*

VI.2 Población o unidad de análisis

Especímenes cilíndricos de 4mm de diámetro x 6mm de altura de Riva Light Cure, Equia Forte y Activa Kids bioactive- restaurative.

VI.3 Muestra y tipo de muestra

45 especímenes cilíndricos de 4mm de diámetro x 6mm de altura divididos en 3 grupos de 15 Activa Kids, Equia Forte y Riva Light Cure de 4mm x 6mm.

grupo control

- Grupo control positivo: 15 especímenes de composite Tetric® N-Ceram Bulk fill de 4mm x 6mm
- Grupo control negativo: 15 especímenes de Ionómero de vidrio Ketac Universal (3M) de 4mm x 6mm.

VI.3.1 Criterios de selección

criterios de inclusión

Especímenes que cumplieron con las medidas descritas por la ISO 4049 para la prueba de compresión de: 4 mm de diámetro por 6mm de altura.

criterios de exclusión

Especímenes que presentaron burbujas, fracturas e irregularidades al momento de retirarlas del molde o a su revisión.

criterios de eliminación

Se eliminaron todos aquellos especímenes que sufrieron algún imprevisto durante la ejecución de las pruebas e imposibilitaron su evaluación.

VI.3.2 Variables estudiadas

VARIABLE DEPENDIENTE:

Variable	Definición conceptual	Definición Operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Resistencia a la compresión.	Esfuerzo máximo que presenta un material bajo una carga de presión que se ejerce sobre él, hasta su fractura.	Se colocarán los especímenes en la maquina universal de pruebas donde serán sometidos a una velocidad de cruceo de (1mm/min) hasta su fractura.	Cuantitativa.	continua	MPa (megapascuales)

VARIABLE INDEPENDIENTE

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Espécimen de ionomero de vidrio reforzado con resina. Riva light cure. De 4mm x 6mm	Bloque cilíndrico elaborado según la ADA 27. conformado por: Homopolimero de ácido acrílico, metacrilato de hidroxietilo, reticulante de dimetacrilato, ácido tartárico.	Se confeccionarán mezclando en el amalgador la capsula predosificada durante 10 segundos a (+/- 4.000 RPM). Posteriormente se colocará la mezcla en un molde de silicón, donde se foto polimerizará durante 20 segundos.	cualitativa	nominal	-

<p>Espécimen de ionomero de vidrio reforzado con resina. Equia Forte De 4mm x 6mm</p>	<p>Bloque cilíndrico elaborado según la ADA 27. conformado por: Vidrio de fluoroaluminosilicato de estroncio, ácido poliacrílico, metacrilato de metilo Y alcanforquinona.</p>	<p>Se confeccionarán mezclando en el amalgador la capsula predosificada durante 10 segundos a (+/- 4.000 RPM). Colocando la mezcla en un molde de silicón, Donde se dejará fraguar en condiciones libres de contaminación</p>	<p>cualitativa</p>	<p>Nominal</p>	<p>-</p>
<p>Espécimen de ionomero de vidrio reforzado con resina. Activa kids bioactive-restaurative. De 4mm x 6mm</p>	<p>Bloque cilíndrico elaborado según la ADA 27. Conformado por: mezcla de metacrilatos y diuretano con ácido poliacrílico, relleno de vidrio reactivo, relleno inorgánico, resina iónica, agua.</p>	<p>Se confeccionarán mezclando la base y el catalizador de la jeringa con una punta mezcladora llevando esta, al molde de silicón, Donde se dejará fraguar en condiciones libres de contaminación</p>	<p>cualitativa</p>	<p>nominal</p>	<p>-</p>

VI.4 Técnicas e instrumentos

Se realizó la prueba a la resistencia a la compresión de los especímenes en la máquina universal de pruebas y los datos arrojados fueron capturados en una base de datos en Excel.

VI.5 Procedimiento

LA METODOLOGIA ESTARA DIVIDIDA EN 3 FASES:

Fase I: Preparación de los especímenes:

1. Se realizó un molde de silicona con las medidas de los especímenes (4mm de diámetro x 6mm de altura) previamente fabricados en impresión 3D. en dicho molde se realizaron 75 especímenes, 15 de cada material, debidamente divididas y etiquetadas de la siguiente manera:
 - 15 especímenes de Riva Light Cure
 - 15 especímenes de Equia Forte
 - 15 especímenes de Activa Kids Bioactive
 - 15 especímenes de resina Tetric N Ceram Bull-fill (control positivo)
 - 15 especímenes de ionomero de vidrio Ketac Universal (control negativo)

2. Se colocó en una mesa de trabajo previamente limpia y desinfectada, campos desechables para la manipulación de los especímenes que se elaboraron. Se manipuló cada material de acuerdo a las indicaciones del fabricante.

a) Preparación del RIVA LIGHT CURE. (Capsulas)

Para activar la capsula se presionó el embolo hasta que éste se introdujo en el cuerpo de la misma. Inmediatamente después se colocó la cápsula en el amalgamador el cual trabajó a (4000-4800 rpm), para mezclar el contenido de esta durante 10 segundos. Se retiró la cápsula y se colocó en el aplicador de Riva. Se

relleno el molde con Riva Light Cure oprimiendo el gatillo del aplicador, dejando la superficie superior lisa retirando los excesos con la espátula de cemento de plástico.

Se fotocuró el material durante 20 segundos utilizando una lámpara de fotocurado de luz visible VALO de la casa (Ultradent) con una longitud de onda de entre 430 y 480 nm, colocando la lámpara a una distancia de 0mm del material. Este procedimiento se repetirá hasta obtener el tamaño muestra de este material a evaluar.

b) Preparación del EQUIA FORTE (capsulas):

Antes de iniciar la activación de la capsula esta se golpeó sobre una superficie dura para que se desprendiera el polvo contenido en ella. Una vez realizado esto se activó presionando el embolo completamente hasta que quedo al nivel del cuerpo de la capsula, inmediatamente se colocó la capsula en el amalgamador el cual trabajo a (4000-4800 rpm), para mezclar el contenido de esta durante 10 segundos. Se retiro la cápsula y se colocó en el aplicador de capsulas GC. Se relleno el molde de silicón hasta su superficie tratando de no dejar burbujas o irregularidades.

Una vez que se generó el llenado total se retiró los excedentes con una espátula de plástico para dejar una superficie lisa, se fotopolimerizo por 20 segundos con una lámpara de luz visible ($>500\text{mW}/\text{cm}^2$). Este procedimiento se repitió hasta obtener el tamaño muestra a evaluar.

c) Preparación del ACTIVA KIDS BIOACTIVE-RESTAURATIVE (jeringa):

Se lleno el molde de silicón con activa kids bioactive hasta la superficie colocando una punta mezcladora en la jeringa ACTIVA, Se inserto la jeringa en la pistola mezcladora (ACTIVA SPENSER) procurando encajar correctamente en su sitio ejerciendo ligera presión, para la salida del material se generará una presión suave y firme.

Una vez que se llene el molde y se retiren los excesos se fotopolimerizará durante 20 segundos utilizando una lámpara de fotocurado de luz visible Valo de la casa (ultradent) con una longitud de onda de entre 430 y 480 nm. Este procedimiento se

repetirá hasta obtener el tamaño muestra de este material en sus dos medidas a evaluar.

d) Preparación de los especímenes para el grupo control positivo: **Tetric® N-Ceram Bulk fill:**

Se lleno el molde de silicona con Tetric® N-Ceram Bulk fill, colocando el composite en un solo bloque, eliminando los excedentes y dejando la superficie lisa con ayuda de una espátula de plástico, se procedió a fotopolimerizar durante 20 segundos utilizando una lámpara de fotocurado de luz visible valo de la casa (ultradent) con una longitud de onda de entre 430 y 480 nm. Dicho procedimiento se repitió hasta obtener el tamaño muestra para el grupo control positivo.

e) Preparación de los especímenes para el grupo control negativo: **Ionómero de vidrio Ketac universal (3M):**

Se lleno el molde de silicona con Ionómero de vidrio Ketac universal mezclando el polvo-líquido de acuerdo con las indicaciones del fabricante: la relación de la mezcla es una cucharada al ras de polvo por una gota de líquido evitando burbujas de aire, dicha porción se mezcló en una loseta de papel con ayuda de una espátula de plástico. Una vez vertida la mezcla en el molde y dejando la superficie lisa y sin irregularidades se esperó que transcurra 8min para su fraguado total. Dicho procedimiento se repitió hasta obtener el tamaño muestra para el grupo control negativo.

Fase II: Prueba de resistencia a la compresión:

1. Los especímenes se mantuvieron en recipientes de vidrio con agua destilada por 48 horas a 37°C con temperatura y humedad controlada en una incubadora hasta su estudio. Una vez transcurrido este tiempo se retiraron del agua y se enumeraron cada uno de ellos con tinta indeleble para su control.
2. Se llevaron a análisis de compresión colocándolos uno por uno en la maquina de ensayos universal computarizada (CMS metrology 21559044, STC -

500Kg) posicionándolos en forma perpendicular en la base del dispositivo, la cual aplicó una velocidad de desplazamiento fijo de 1mm/min sobre el centro del diámetro de la muestra, hasta ocasionar su fractura.

Fase III: Procesamiento y análisis de datos:

1. Los datos arrojados por la maquina universal se registraron en una hoja de cálculo Excel en MPa, que posteriormente se analizaron y se compararon con ayuda del software graph pad prism en busca de diferencias significativas ($p < 0.0001$).

VI.5.1 Análisis estadístico

Para comparar la resistencia a la compresión de los 3 materiales bioactivos, se calcularon los promedios y las desviaciones estándar, para la variable estudiada. Se llevaron a cabo las pruebas estadísticas adecuadas para el análisis correspondiente: análisis de Kruskal-Wallis más el análisis pos hoc de grupos de Dunn.

VI.5.2 Consideraciones éticas

No aplica

VII. Resultados

En el cuadro 1. Se presentan los valores de la resistencia a la compresión (MPa) de tres materiales bioactivos; Riva light cure, Equia forte y Activa kids bioactive-restaurative utilizados en odontopediatría. Reflejando una diferencia estadísticamente significativa entre los tres grupos estudiados ($p < 0.0001$).

La resina activa bioactive kids presentó los valores de resistencia a la compresión más altos y el material equia forte presento los valores más bajos con una diferencia estadísticamente significativa de ($p < 0.0001$).

Cuadro 1. Comparación de los valores de la resistencia a la compresión (MPa) de Riva light cure, Equia forte y Activa kids bioactive-restaurative.

Grupo	Ionomero K.U. control negativo (n=14)	Equia forte (n=15)	Riva light cure (n=14)	Activa kids bioactive (n=14)	Tetric® N-Ceram control positivo (n=14)	Valor de p
			X±DE (Rango)			
Resistencia a la compresión	35.57±8.13 (23.33 – 73.02)	40.09±18.05 (11.89 – 61.89)	69.78±12.23 (51.81 – 92.18)	180.18±19.36 (151.82 – 210.47)	173.52±27.43 (121.36 - 209.26)	<0.0001*

MPa: Megapascales; X: Promedio; DE: Desviación estándar; Ionomero K.U.: Ionomero Ketac Universal.

*: Prueba de Kruskal-Wallis

En el cuadro 2 se muestra el análisis estadístico realizado *post hoc* en donde se confirma que no existe diferencia estadísticamente significativa entre el Equia forte y el grupo control negativo (Ionomero Ketac Universal), el activa kids bioactive y el control positivo (Tetric® N-Ceram), ni en el Equia forte y el Riva lighth cure. pero si hubo diferencia estadísticamente significativa entre los otros grupos.

Cuadro 2. Comparación de la Resistencia de compresión *Post Hoc* entre grupos.

Grupo 1	Grupo 2	Valor de p
Equia forte	Riva lighth cure	0.2717
Equia forte	Activa bioactive kids	<0.0001
Riva light cure	Activa bioactive kids	<0.0001
Equia forte	Tetric® N-Ceram	<0.0001
Riva light cure	Tetric® N-Ceram	<0.0001
Riva light cure	Ionomero K. U.	<0.0001
Activa bioactive kids	Ionomero K. U.	<0.0001
Tetric® N-Ceram	Ionomero K. U.	<0.0001
Equia forte	Ionomero K. U.	>0.9999
Activa bioactive kids	Tetric® N-Ceram	>0.9999

Prueba de Dunn; Ionomero K.U.: Ionomero Ketac Universal.

VIII. Discusión

El presente estudio tuvo como finalidad comparar la resistencia a la compresión de tres materiales bioactivos de restauración utilizados en odontopediatría; Riva light cure, Equia Forte y Activa Kids bioactive-restaurative. La resistencia que tienen estos materiales de restauración a las fuerzas oclusales de compresión es una propiedad física importante que se debe de evaluar al elegir el material a utilizar ya actualmente existe una alta demanda en los materiales de restauración que se utilizan en la práctica odontopédiátrica para que sean altamente estéticos y que además resistan a las fuerzas naturales de masticación.

Diversas investigaciones como los de Molina et al. (2013) en donde realizaron un estudio comparativo *in vitro* en donde comprobaron que no existe diferencias significativas en la resistencia a la tracción, compresión y flexión de 4 diferentes materiales utilizados en el tratamiento restaurador atraumático (ART), dos encapsulados, Equia Forte y Chemfil Rock y dos en presentación polvo líquido, Fuji 9 Gold Label y Ketac Molar Easymix. Aunque en nuestro estudio se comparó el Equia forte con otros materiales de restauración, este fue el que presentó los valores más bajos comparado con el Riva light cure y el Activa Bioactive.

Korkut et al. (2017) compararon la resistencia a la compresión, flexión y microdureza superficial de cuatro cementos de ionómeros de vidrio modificados con resina, Photac Fil Quick Aplicap (3M), GC Fuji II GP (GC), Riva Light Cure (SDI) y ACTIVA Bioactive (Pulpdent). Los valores más altos de resistencia a la compresión y flexión los obtuvieron las muestras de Activa Bioactive. Dados estos resultados, en nuestro estudio se obtuvo que el Activa kids bioactive presentó los valores más altos, corroborando que presenta mayor resistencia a las fuerzas de compresión.

En otro estudio comparativo de Alrahlah A. (2018) se analizaron cinco materiales bioactivos a base de resina y convencionales de ionómero de vidrio en cuanto a sus propiedades de resistencia a la flexión. Compararon Tetric N-Ceram Bulk Fill (Ivoclar-Vivadent), SDR Flowable Material (DENTSPLY), Activa (PULPDENT), Ketac Universal (3M) y GC Fuji II LC (GC). Los resultados obtenidos indicaron que

N-Ceram, el Activa y el SDR flowable, obtuvieron los valores más altos en cuanto a la resistencia a la flexión. Aunque no se comparó la resistencia a la compresión, los resultados que se obtuvieron comparados con los resultados que obtuvimos en nuestro estudio, se puede observar que el activa cuenta con los valores más altos en cuanto a la flexión y compresión.

Moshaverinia et al. (2019) realizaron un estudio *in vitro* en donde evaluaron y compararon la resistencia a la compresión, tracción y flexión del Equia Forte fil, Fuji IXGP y Chemfil Rock. Obteniendo como resultado que el Equia Forte Fill mostró una resistencia a la flexión y dureza superficial significativamente mayor ($p < .05$) que los Fuji IX, sin embargo, no se observaron diferencias significativas ($p > .05$) entre la resistencia a la compresión y la tracción diametral de las muestras Equia Forte fil, Fuji IX. Comparando los resultados de este estudio con los que obtuvimos en cuanto al equia forte fill, este material presento los valores más bajos en cuanto a la resistencia a la compresión, sin diferencia estadísticamente significativa comparada con nuestro grupo control negativo que fue el Ketac universal.

Estudios más recientes como el que realizaron Zhang et al. (2020) en donde evaluaron la resistencia a la compresión de siete materiales, 6 ionómeros de vidrio convencionales, y un ionómero de vidrio modificado con resina, Ketac Universal (3M), Equia Forte (GC), Fuji II LC (GC), Chemfil Rock (DENTSPLY), Fuji IX (GC), IonoStar Plus (VOCO), Riva light Cure (SDI) los resultados obtenidos en dicho estudio fueron que los especímenes de Ketac Universal (KU) mostraron una resistencia a la compresión mayor que los demás grupos ($p < 0,001$). En nuestro estudio se obtuvo que comparando el equia forte, el Riva light cure y nuestro grupo control negativo Ketac universal, el Riva light cure fue el que obtuvo los valores más altos con una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.0001$).

La prueba de resistencia a la compresión ha sido utilizada en diferentes estudios con el fin de evaluar la resistencia que tienen los diferentes materiales y así garantizar el éxito del tratamiento a largo plazo. Tomando en cuenta que los materiales evaluados en el estudio cuentan con diferentes componentes y sus partículas son de diferente tamaño que es lo que les da sus propiedades químicas y físicas se observó que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos.

IX. Conclusiones

El presente estudio *in vitro* mostró que la resina Activa Kids bioactive restorative presentó los valores de resistencia a la compresión más altos y el material equia forte presento los valores más bajos con una diferencia estadísticamente significativa. Por lo cual se podría considerar la mejor opción para restauraciones donde se generen altas cargas oclusales.

X. Propuestas

Un material restaurador debe ser capaz de soportar las fuerzas de masticación y parafuncionales durante muchos años, pero también se busca que cuente con las mejores propiedades bioactivas que beneficien al paciente, por lo cual se recomienda realizar más estudios en donde se compare las características bioactivas de dichos materiales entre sí, con el fin de comprobar si su resistencia a la compresión está relacionada con los beneficios bioactivos que dicen tener.

Se sugiera también desarrollar más investigaciones en donde se comparen otras propiedades físicas como la adhesión, microdureza o solubilidad en dichos materiales, con el fin de conocer más sobre ellos y elegir la mejor opción a la hora de realizar una restauración.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Acurio-Benavente, P., Falcón-Cabrera, G., Casas-Apayco, L., & Montoya Caferatta, P. (2017). Comparación de la resistencia compresiva de resinas convencionales vs resinas tipo Bulk fill. *Odontología Vital*, 27, 69–77.
- Agarwal, M., Singh, G., Qureshi, R., Singh, S. K., Mishra, A., & Khurana, N. (2018). Comparative Evaluation of Mechanical Properties of Cention N with Conventionally used Restorative Materials—An In Vitro Study. *International Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 8(4), 120–124.
- Alobiedy, A. N., Al-Helli, A. H., & Al-Hamaoy, A. R. (2019). Effect of adding micro and nano-carbon particles on conventional glass ionomer cement mechanical properties. *Ain Shams Engineering Journal*, 10(4), 785–789.
- Ahralah, A. (2018). Diametral tensile strength, flexural strength, and surface microhardness of bioactive bulk fill restorative. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 19(1), 13–19.
- Alvarez, M. A., Alvarez, E., Arauzo, J., Campos, J., Geller, D., Hamamoto, J., Oliva, M., & Taboada, C. (2013). Materiales Restauradores En Odontopediatria. In *Odontol Pediatr* (Vol. 12, Issue 1, pp. 41–56).
- Cedillo, J., & Domínguez, A. (2021). Materiales Bioactivos En Odontología Restauradora. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales*, 10(3), 19–29.
- Croll, T. P., & Nicholson, J. W. (2002). Glass ionomer cements in pediatric dentistry: review of the literature. *Pediatric Dentistry*, 24(5), 423–429.
- de Lima Navarro, M. F., Pascotto, R. C., & Borges. (2021). Consensus on glass-ionomer cement thresholds for restorative indications. *Journal of Dentistry*, 107(November 2020).
- Ellwood, R., Fejerskov, O., Cury, J., & Clarkson, B. (2008). Los fluoruros en el control de caries. In *Caries dental. La Enfermedad y su Manejo Clínico. rojo*. (pp. 287–327).
- Fejerskov, O. (2004). Changing paradigms in concepts on dental caries: Consequences for oral health care. *Caries Research*, 38(3), 182–191.
- Fejerskov, O., Nyvad, B., & Kidd, E. (2015). Defining the disease: an introduction. In *Dental Caries The Disease and its Clinical Management* (pp. 3–6).
- Jefferies, S. R. (2014). Bioactive and biomimetic restorative materials: A comprehensive review. part i. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 26(1), 14–26.
- Korkut, E., Gezgin, O., Tulumbacı, F., Özer, H., & Şener, Y. (2017). Comparative

- Evaluation Of Mechanical Properties Of A Bioactive Resin Modified Glass Ionomer Cement. *Journal of Ege University School of Dentistry*, 38(3), 170–175.
- Kotsanos, N., & Arizos, S. (2011). Evaluation of a resin modified glass ionomer serving both as indirect pulp therapy and as restorative material for primary molars. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 12(3), 170–175.
- Koutsi, V., Noonan, R. G., Horner, J. A., Simpson, M. D., Matthews, W. G., & Pashley, D. H. (1994). The effect of dentin depth on the permeability and ultrastructure of primary molars. *Pediatric Dentistry*, 16(1), 29–35.
- Larry L, H., & Julia M, P. (2002). Third-generation biomedical materials. *Science*, 295(February), 1014–1017.
- Moberg, M., Brewster, J., Nicholson, J., & Roberts, H. (2019). Physical property investigation of contemporary glass ionomer and resin-modified glass ionomer restorative materials. *Clinical Oral Investigations*, 23(3), 1295–1308.
- Molina, G. F., Cabral, R. J., Mazzola, I., Brain Lascano, L., & Frencken, J. E. (2013). Mechanical performance of encapsulated restorative glass-ionomer cements for use with Atraumatic Restorative Treatment (ART). *Journal of Applied Oral Science*, 21(3), 243–249.
- Moshaverinia, M., Navas, A., Jahedmanesh, N., Shah, K. C., Moshaverinia, A., & Ansari, S. (2019). Comparative evaluation of the physical properties of a reinforced glass ionomer dental restorative material. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 122(2), 154–159.
- Oliveira, J. (2018). funciones y caracteristicas de la dentición primaria. In *manual de Anatomía dental y pulpar de los dientes primarios* (primera ed, p. (6-10)). Uleam.
- Poornima, P., Koley, P., Kenchappa, M., Nagaveni, N., Bharath, K., & Neena, I. (2019). Comparative evaluation of compressive strength and surface microhardness of EQUIA Forte, resin-modified glass-ionomer cement with conventional glass-ionomer cement. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 37(3), 265–270.
- Sakaguchi, R. L., & Powers, J. M. (2012). *Craig 's Restorative Dental Materials Thirteenth Edition*.
- Shruthi, A. S., Nagaveni, N. B., Poornima, P., Selvamani, M., Madhushankari, G. S., & Subba Reddy, V. V. (2015). Comparative evaluation of microleakage of conventional and modifications of glass ionomer cement in primary teeth: An in vitro study. *Journal of the Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 33(4), 279–284.

- Thomas, A. M., Chopra, S., Abraham, D., & Koshy, S. (2014). A Comparative Evaluation of Microleakage of Glass Ionomer Cement and Chitosan-modified Glass Ionomer Cement: An in vitro Study. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 7(1), 6–10.
- Thuy, T. T., Nakagaki, H., Kato, K., Hung, P. A., Inukai, J., Tsuboi, S., Nakagaki, H., Hirose, M. N., Igarashi, S., & Robinson, C. (2008). Effect of strontium in combination with fluoride on enamel remineralisation in vitro. *Archives of Oral Biology*, 53(11), 1017–1022.
- Williams, J. A., & Billington, R. W. (1989). Increase in compressive strength of glass ionomer restorative materials with respect to time: a guide to their suitability for use in posterior primary dentition. *Journal of Oral Rehabilitation*, 16(5), 475–479.
- Wilson, A. D., & Kent, B. E. (1972). A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. *British Dental Journal*, 132(4), 133–135.
- Wolf, T. G., Cagetti, M. G., Fisher, J.-M., Seeberger, G. K., & Campus, G. (2021). Non-communicable Diseases and Oral Health: An Overview. *Frontiers in Oral Health*, 2(September), 1–6.
- Zhang, J., Braun, P., & Banerjee, A. (2020). In vitro compressive strength and edge stability testing of directly repaired glass-ionomer cements. *Clinical Oral Investigations*, 24(9), 3029–3038.

XII. Anexos

XII 1.1 Hoja de recolección de datos

Resistencia a la compresión de cada espécimen en MPa

	equia forte fill	Riva lighth cure	activa bioactive kids	control positivo	control negativo
	grupo 1	grupo 2	grupo 3	resina Bulk fill	ionomero K. U.
1	24.88853503	68.7977707	209.3272293	184.4028662	30.120940
2	61.89490446	83.7022293	210.4737261	176.0788217	33.75
3	51.40127389	92.18152866	173.3558917	168.6902866	37.27707006
4	16.12659236	59.50636943	168.6982484	197.9339172	33.21656051
5	21.36544586	57.50636040	171.0429936	188.1926752	29.14012739
6	45.22292994	67.41242038	168.4275478	209.263535	20.50159236
7	12.24124204	73.11703822	151.8272293	159.9920382	41.19426752
8	29.49442675	56.69585987	187.2133758	171.8710191	23.33996815
9	11.89888535	79.05652866	195.7125796	138.4633758	46.55254777
10	50.12340764	56.41321656	154.4426752	145.9633758	37.88216561
11	58.00955414	77.8343949	170.4029731	143.7937898	33.21656051
12	60.87579618	82.61146497	164.410828	121.3694268	45.16719745
13	46.07484076	51.81130573	191.6202229	191.6202229	47.46815287
14	51.70382166	58.00557325	202.9856688	218.4315287	38.78980892
15	60.0477707	69.91242038	173.1130573	186.7436306	30.81210191

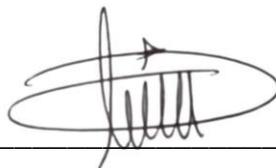
xii 1.2 Solicitud de uso de laboratorio multidisciplinario.

Querétaro Qro. Febrero 2022.

A Quien corresponda:

Por medio la presente, le reitero un cordial saludo y así mismo me permito solicitar de la manera más atenta el uso del laboratorio multidisciplinario, así como utilización de la Estufa memeert y la Máquina de ensayos universal computarizada (CMS metrology) con el que esta cuenta. Por un periodo de cuatro meses, abarcando Junio – Septiembre del presente año respectivamente, con el objetivo de realizar y desarrollar actividades relacionadas con la elaboración de mi trabajo de tesis correspondiente a mi forma de titulación de la especialidad en Odontopediatría. Bajo la coordinación de mi asesor de tesis el D. C. S. Guillermo Ortiz Villagómez.

Razón por la cual espero contar con su autorización. Sin más por el momento, me despido esperando su pronta respuesta.



ATENTAMENTE

Franco Hernández Cinthia Lucero

Alumna de 2do semestre del posgrado en Odontopediatría.